



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

“TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL”
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN
GESTIÓN AMBIENTAL

“ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES POR METALES PESADOS
E HIDROCARBUROS EN EL RAMAL B DEL ESTERO SALADO”

AUTOR: ING. VÍCTOR HUGO RIVERA PIZARRO

TUTORA: ING. JUDITH CHALÉN MEDINA, Msc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

SEPTIEMBRE 2016

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL		
TÍTULO: "ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES POR METALES PESADOS E HIDROCARBUROS EN EL RAMAL B DEL ESTERO SALADO "		
AUTOR: Víctor Hugo Rivera Pizarro	REVISORES:	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: Ingeniería Química	
CARRERA: Maestría en Gestión Ambiental		
FECHA DE PULICACIÓN:	NO. DE PÁGS:	
ÁREA TEMÁTICA: Medio Ambiente		
PALABRAS CLAVES: Metales pesados, compuestos hidrocarburíferos, físico-químico, bioquímico		
<p>RESUMEN: El Estero Salado es un sistema estuarino ubicado en la ciudad de Guayaquil y es considerado uno de los medios acuáticos importantes de nuestro país, en las últimas décadas la presencia de contaminantes peligrosos ha dado como resultado un problema de degradación tanto en aguas como en suelo perdiendo así su belleza natural. Es por eso que el objetivo general de este estudio fue determinar la presencia de metales pesados e hidrocarburos en el ramal B del Estero Salado tanto en aguas como en sedimento marino. Se escogió este tramo debido a que es una zona muy afectada por el sector industrial y doméstico.</p> <p>La metodología aplicada fue la recolección de muestra sólidas como líquidas en seis estaciones establecidas en el tramo señalado según el GPS, dichas muestras fueron analizadas en laboratorio realizándose análisis de: contaminantes (arsénico, cadmio, plomo, mercurio, hidrocarburos totales de petróleo y fenoles), físico-químico (sólidos totales, potencial hidrógeno) y materia biodegradable (expresada como demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno). Los resultados demuestran que los contaminantes señalados (excepto arsénico), sólidos totales y demanda bioquímica de oxígeno, están al borde y superan el límite máximo permisible establecidos por las legislaciones ambientales vigentes, en ambos estados, lo que nos da a entender que este ramal posee un alto contenido de metales pesados y compuestos hidrocarburíferos, dando como consecuencia el poco contenido de oxígeno y degradación en sus aguas.</p>		
N° DE REGISTRO(en base de datos):	N° DE CLASIFICACIÓN: N°	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: 0985890503	E-mail: hugo8507@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre:	
	Teléfono:	

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del estudiante Ing. Víctor Hugo Rivera Pizarro, del Programa de Maestría en Gestión Ambiental, nombrado por la coordinadora de posgrado de la Facultad de Ingeniería Química CERTIFICO: que el trabajo de titulación especial titulado: “ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES POR METALES PESADOS E HIDROCARBUROS EN EL RAMAL B DEL ESTERO SALADO”, en opción al grado académico de Magíster (Especialista) en Gestión Ambiental , cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

Atentamente

ING. JUDITH CHALÉN MEDINA, Msc.

TUTORA

Guayaquil, Septiembre del 2016

DEDICATORIA

A Dios por haber hecho una obra más en mi vida, la conclusión de mis estudios de cuarto nivel.

A mi madre Jacinta Pizarro Fernández por su esfuerzo constante de haberme ayudado a continuar y concluir mis estudios de posgrado.

A mis hermanos (as), cuñados (as), y sobrinos (as), con quienes he compartido los mejores momentos en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Maestría en Gestión Ambiental de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, por su formación académica en mí.

Al personal de campo y laboratorio del Grupo Químico Marcos, por su colaboración en la parte operativa de este trabajo de titulación.

A los ingenieros Delia Carrión León y José Hidalgo Torres de la Unidad de Titulación Especial (UTE), por sus aportes en el curso de titulación especial.

A mi tutora Ing. Judith Chalén Medina, Msc y revisora metodológica Ing. Mireya Bermeo Garay, Msc, por brindarme su apoyo y contribución en este proyecto de titulación.

A los ingenieros (as) Msc: Sandra Ronquillo, Mariana Navarro y Jaime Fierro, por formar parte del tribunal de sustentación.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación especial, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

FIRMA

ING. VÍCTOR HUGO RIVERA PIZARRO

ABREVIATURAS

TULA	Texto Unificado de Legislación Ambiental
RAOHE	Reglamento Ambiental de Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
As	Arsénico
Cd	Cadmio
Pb	Plomo
Hg	Mercurio
TPH	Hidrocarburos Totales de Petróleo
ST	Sólidos Totales
pH	Potencial Hidrógeno
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días
DQO	Demanda Química de Oxígeno
LMP	Límite Máximo Permisible
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
ISO	Organización Internacional de Normalización

Tabla de contenido

Resumen	xii
Summary	xiii
Introducción.....	1
Delimitación del problema.....	1
Formulación del problema.....	2
Justificación.....	2
Objeto de estudio y campo de investigación.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	4
Novedad científica	4
CAPÍTULO 1	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1 Teorías generales	5
1.2 Teorías sustantivas.....	8
1.3 Referentes empíricos.....	11
CAPÍTULO 2	13
MARCO METODOLÓGICO	13
2.1 Metodología.....	13
2.2 Métodos: teóricos y empíricos	15
2.3 Premisa o hipótesis.....	22
2.4 Universo y muestra	22
2.5 Cuadro de categorías, parámetros, instrumentos y puntos de muestreo establecidos en la investigación	23
2.6 Gestión de datos	24
2.7 Criterios éticos de la investigación.....	24
CAPÍTULO 3	26
RESULTADOS	26
3.1 Antecedentes de la unidad de análisis o población.....	26
3.2 Diagnóstico o estudio de campo.....	26
CAPÍTULO 4	34
DISCUSIONES.....	34
4.1 Contrastación empírica	34
4.2 Limitaciones	37
4.3 Líneas de investigación	38
4.4 Aspectos relevantes.....	38

CAPÍTULO 5	39
PROPUESTA	39
Conclusiones	43
Recomendaciones	45
Referencias bibliogràficas	46
Anexos.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de para la preservación de la vida acuática en aguas marinas y de estuario.....	9
Tabla 2 Normativa internacional sobre calidad de sedimento marino	9
Tabla 3 Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.....	10
Tabla 4 Estaciones identificadas en el tramo de estudio.....	16
Tabla 5 Métodos aplicados en los parámetros estudiados	17
Tabla 6 Cuadro del CIU.....	23
Tabla 7 Métodos y rangos aplicados para cada una de las muestras.....	25
Tabla 8 Contenidos de metales pesados en las aguas del ramal B Estero Salado.....	27
Tabla 9 Contenidos de derivados de petróleo en aguas del ramal B Estero Salado.....	28
Tabla 10 Contenidos de parámetros físicos químicos en aguas ramal B Estero Salado.....	29
Tabla 11 Contenidos de materia biodegradable en aguas del ramal B Estero Salado	30
Tabla 12 Contenidos de metales pesados en sedimento del ramal B Estero Salado	32
Tabla 13 Contenidos de TPH en sedimento del ramal B Estero Salado.....	33
Tabla 14 Principales técnicas ex - situ para recuperación de suelos	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zonificación de los tramos del Estero Salado.....	7
Figura 2 Recolección de muestras en sedimento marino.....	13
Figura 3 Toma de muestras de agua estuarina.....	14
Figura 4 Identificación de las muestras de estudio.....	14
Figura 5 Área de estudio tramo B del Estero Salado.....	16
Figura 6 Equipo de decantación para fenoles.....	19
Figura 7: a) botellas winkler b) incubadora para DBO5.....	21
Figura 8 Evoluciones de las concentraciones de As y Cd en el Ramal B Estero Salado.....	26
Figura 9 Evoluciones de las concentraciones de Hg y Pb en el Ramal B Estero Salado.....	27
Figura 10 Evolución de las concentraciones de derivados del petróleo.....	28
Figura 11 Evoluciones de las concentraciones de parámetros químicos.....	29
Figura 12 Evoluciones de las concentraciones de la materia biodegradable.....	30
Figura 13 Evoluciones de los contenidos de cadmio y mercurio en sedimento marino.....	31
Figura 14 Evoluciones de los contenidos de arsénico y plomo en sedimento marino.....	32
Figura 15 Evoluciones de los contenidos de TPH en sedimento marino.....	33
Figura 16 Utilización de draga para recolección de sedimento Estación 6 tramo B Estero Salado.....	37
Figura 17 Diagrama de flujo del lavado de suelo.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A	Árbol de problemas	49
Anexo B	Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado Estación 1.....	50
Anexo C	Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado Estación 2.....	52
Anexo D	Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado Estación 3	54
Anexo E	Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado Estación 4.....	56
Anexo F	Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado Estación 5.....	58
Anexo G	Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado Estación 6	60
Anexo H	Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado Estación 1	62
Anexo I	Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado Estación 2.....	63
Anexo J	Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado Estación 3	64
Anexo K	Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado Estación 4.....	65
Anexo L	Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado Estación 5	66
Anexo M	Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado Estación 6	67
Anexo N	Solicitud de presentación.....	68
Anexo O	Factura de costos de los análisis realizados	69

Resumen

El Estero Salado es un sistema estuarino ubicado en la ciudad de Guayaquil, además es considerado uno de los medios acuáticos importantes de nuestro país, en las últimas décadas la presencia de contaminantes peligrosos ha dado como resultado un problema de degradación tanto en aguas como en suelo perdiendo así su belleza natural. Es por eso que el objetivo general de este estudio fue determinar la presencia de metales pesados e hidrocarburos en el ramal B del Estero Salado tanto en aguas como en sedimento marino. Se escogió este tramo debido a que es una zona muy afectada por el sector industrial y urbanístico.

La metodología aplicada fue la recolección de muestra sólidas como líquidas en seis estaciones establecidas en el tramo señalado según el GPS, dichas muestras fueron analizadas en laboratorio realizándose análisis de: contaminantes (arsénico, cadmio, plomo, mercurio, hidrocarburos totales de petróleo y fenoles), físico-químico (sólidos totales, potencial hidrógeno) y materia biodegradable (expresada como: demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno). Los resultados demuestran que los contaminantes señalados (excepto arsénico), sólidos totales y demanda bioquímica de oxígeno, están al borde y superan el límite máximo permisible establecidos por las legislaciones ambientales vigentes, en ambos estados, lo que nos da a entender que este ramal posee un alto contenido de metales pesados y compuestos hidrocarbúferos, dando como consecuencia el poco contenido de oxígeno y degradación en sus aguas.

Palabras claves:

Metales pesados, compuestos hidrocarbúferos, físico-químico, bioquímico

Summary

The Estero Salado is an estuarine system located in the city of Guayaquil; it is also considered one of the major water resources of our country, in recent decades the presence of hazardous contaminants has resulted in a problem of degradation in both water and soil thus losing its natural beauty. That is why the overall objective of this study was to determine the presence of heavy metals and hydrocarbons in the section B of Estero Salado both water and marine sediment. This section because it is an area greatly affected by industrial and urban sector was chosen.

The methodology was the collection of solid sample and liquid in six stations established in the section identified as the GPS, the samples were analyzed in the laboratory performing analysis: contaminants (arsenic, cadmium, lead, mercury, total petroleum hydrocarbons and phenols) physic-chemical (total solids, hydrogen potential) and biodegradable material (expressed as biochemical oxygen demand and chemical oxygen demand). The results show that the indicated contaminants (except arsenic), total solids and biochemical oxygen demand, are on edge and exceed the maximum permissible limit set by environmental legislation in force, in both states, which gives us to understand that this branch is high heavy metal and hydrocarbon compounds, giving as a result the little oxygen content and degradation in its waters.

Keywords:

Heavy metals, hydrocarbons compounds, physical-chemical, biochemical

Introducción

El Estero Salado es un recurso estuarino situado en el sector nor – oeste y sur – este de la ciudad de Guayaquil, realizando su desembocadura en el golfo de la misma ciudad, abarcando una distancia de aproximadamente 90 km. Es un brazo de mar; el cual junto con las partes bajas del río Daule y Babahoyo forman parte del ecosistema denominado Estuario Interior del Golfo de Guayaquil (Cardenas, 2010). El Estero Salado, ha sido uno de los elementos que identifican a la ciudad y al guayaquileño, por décadas ícono natural y termómetro ambiental de la ciudad. Con su vegetación, compuesta por 90% de mangle, regula el clima de Guayaquil y constituye un paraíso de algunas especies como: conchas, cangrejos, mejillones y variedades de peces (Cervantes, 2012).

Delimitación del problema

Uno de los problemas ambientales críticos del país es la contaminación de los recursos hídricos. En Guayaquil, parte del problema es la degradación del Estero Salado debido a que la contaminación proviene de las descargas de aguas residuales de zonas tanto industriales como domésticas (Diario El Telegrafo, 2012). Entre los principales contaminantes, de los medios acuáticos se encuentran hidrocarburos y sus derivados, aceite, grasas y metales pesados. Todos estos elementos se encuentran presentes en las aguas del Estero Salado debido al crecimiento industrial que se registró en la ciudad a mediados de la década del 60 (Medina & Monserrate, 2011).

Los mismos autores señalan que dichas industrias se ubicaron a lo largo de la vía Daule y al no contar con una red de alcantarillado descargaban indirectamente sus aguas residuales al Estero Salado causando deterioro tanto en agua como al sedimento marino. Por la presencia de estos contaminantes este recurso natural hídrico ha

sufrido alteraciones físicas, químicas y biológicas, dando como resultado un alto poder de concentración que está evidenciado por el mal olor y color negro en sus aguas, además de la falta de oxígeno disuelto y la desaparición de la flora estuarina (Kuffo, 2013).

La innovación tecnológica, el aumento poblacional y el sector industrial son componentes que aportan la entrada de sustancias nocivas al ambiente causando resultados negativos (Rodríguez, 2013). Los metales pesados y los hidrocarburos son elementos químicos que poseen interés ambiental por las repercusiones que éstos tienen con su presencia en los diferentes compartimientos ambientales, los niveles altos de estos elementos, nos permiten determinar el nivel de toxicidad de los mismos, su potencial ingreso y afectación en la cadena trófica y la posibilidad que tienen varios de estos elementos de bio acumularse y bio magnificarse (Marrungo, 2011). Esta problemática está planteada en el árbol de problemas (Anexo A).

Formulación del problema

Ante esta situación ha aumentado el interés por conocer las concentraciones de los principales contaminantes presentes en medios acuáticos y es aquí donde se plantea el problema: ¿Cuáles son los niveles de metales pesados e hidrocarburos presentes en el ramal B del Estero Salado?

Justificación

Para la ciudad de Guayaquil la contaminación del Estero Salado significa la problemática ambiental de mayor relevancia en las últimas cinco décadas. Siendo este un caso muy delicado, la recuperación del Estero Salado ha sido adoptada como política ambiental por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil (GAD), para eso se han efectuado estudios por consultoras ambientales, establecido ordenanzas municipales,

se han recogido desechos sólidos y se han suscrito contratos para llegar al mismo objetivo: la conservación del Estero Salado (Calero, 2010).

De acuerdo a lo expuesto es necesario seleccionar técnicas apropiadas para empezar a remediar y recuperar este medio estuarino. Considerando que existen muchos métodos de descontaminación una de la más apropiada es la ex - situ que es una técnica mecánica que mediante el uso de líquidos (aditivos químicos) logra depurar el suelo, con este método se retiran contaminantes peligrosos y se los concentran reduciendo su volumen en el procedimiento se separa la tierra fina de la gruesa, su extracción es de manera rápida y se reduce el costo de su aplicación (Guarco, 2015).

Objeto de estudio y campo de investigación

El presente trabajo de titulación, el objeto de estudio se basa en el medio ambiente debido a que el Estero Salado es un recurso natural, y a su vez el campo de investigación es la legislación ambiental vigente, porque trata de consultar si los contenidos de metales pesados y compuestos derivados de petróleo se encuentran dentro de los criterios de calidad de agua y sedimento marino establecidos por las leyes ambientales tanto nacionales como internacionales. Por lo tanto la presente investigación propone los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- 1.- Determinar la presencia de metales pesados e hidrocarburos en el ramal B del Estero Salado tanto en agua como en sedimento marino para evaluar sus concentraciones.

Objetivos específicos:

1. Definir de las seis estaciones de tramo B del Estero Salado donde existe la mayor concentración de los contaminantes citados.
2. Comparar si los sólidos totales, pH, DBO y DQO se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la legislación ambiental vigente.
3. Elaborar un plan de remediación para mitigar los contaminantes en el tramo señalado.

Novedad científica

La presente investigación aportará información científica sobre los niveles o concentración de metales pesados, hidrocarburos totales de petróleo (TPH) y sus derivados presentes en el ramal B del Estero Salado, para que las autoridades competentes puedan tomar las medidas que deriven a la conservación y mantenimiento de este estuario, así como para el control de la contaminación y priorización de la zona a remediar.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Teorías generales

1.1.1 Generalidades de Estero Salado

Los patrimonios acuáticos son considerados hogares o hábitats de una gama de seres vivos que desarrollan de manera parcial o total su ciclo biológico, además sirven como reservorio de comida para otras especies tanto acuáticas como terrestres, que a más de alimentos buscan refugio (Rodríguez, 2013). Uno de estos medio acuáticos que posee nuestro país es el Estero Salado situado al occidente del Río Guayas y al oeste de Golfo de Guayaquil, en la cual se introduce hacia el interior de forma paralela al río, llevando sus aguas por una serie de ramificaciones que pasa por algunos sectores de la urbe. (Jiménez, 2012).

El principio de este recurso hídrico se debe al contribución sedimentaria del Río Guayas debido a su complejo de islas apartadas por canales de marea que forman una barrera larga desde la ciudad de Guayaquil hasta las a proximidades de la Isla Puná. Dentro de este medio estuarino se han delimitado áreas de interés estratégico para el manejo sustentable de los recursos como lo son: El Bosque Protector Salado del Norte que posee 47.15 has, Bosque protector Puerto Hondo de 2000 has y por último la reserva faunística manglares del salado con 5407 has (Paéz, Soriano, Torres, & Vásquez, 2014).

1.1.2 Valor socio económico

Según (Paéz, Soriano, Torres, & Vásquez, 2014) el nivel socio – económico de este ecosistema suministra bienes forestales, además sostiene riquezas pesqueras que constituyen territorios de alberges, alimentación y reproducción de especies marinas. Además el Estero Salado es una base de mantenimiento de muchas agrupaciones que se dedican a la recolección y comercialización de especies, logrando una opción

importante puesto que proviene de trabajos en zonas deprimidas que usualmente carecen de alternativas laborales.

1.1.3 Zonificación de Estero Salado

Los reportes preparados por la (M.I. Municipalidad de Guayaquil y Consorcio Lahmeyer Cimentaciones, 2000), establecen una zonificación de estudio en el Estero Salado, basados en su ubicación geográfica y aspectos urbanísticos. En la figura No1 se pueden apreciar los tramos de este recurso estuarino, que se detallan a continuación:

Zona 1

Tramo A: Ramal interior al norte, entre las ciudadelas Urdesa y Kennedy.

Tramo B: Ramal interior al noroeste, desde el parque deportivo de la ciudadela Miraflores hasta el límite norte del Campus de la Universidad de Guayaquil.

Tramo C: Sección entre la confluencia de las secciones A y B y el Puente 5 de Junio.

Tramo D: Comprendido entre los Puentes 5 de Junio y el de la calle 17.

Zona 2

Tramo E: Sección entre el Puente de la calle 17 y el Puente Portete.

Tramo G: Comprendido entre el estero Santa Ana y el extremo sur de la Isla Trinitaria, cerca de Puerto Marítimo.

Tramo H: Ubicado entre el río Guayas y el Sur de la Isla Trinitaria. En este estero está ubicado el Puerto Marítimo.

Tramo I: Sección entre Cuatro Bocas y Puerto Marítimo.

Tramo Estero Cobina: Ubicado entre el río Guayas y el Sur de la Isla Trinitaria.

Zona 3

Tramo Puerto Hondo: Sección entre el ramal interno que llega a Puerto Hondo y los Esteros Plano Seco, Estero Mongón, Estero Madre de Costal.

Ramales varios: principalmente abarca el Estero y los esterillos al oeste y sur de la isla Santa Ana y norte y este de la isla La Esperanza.

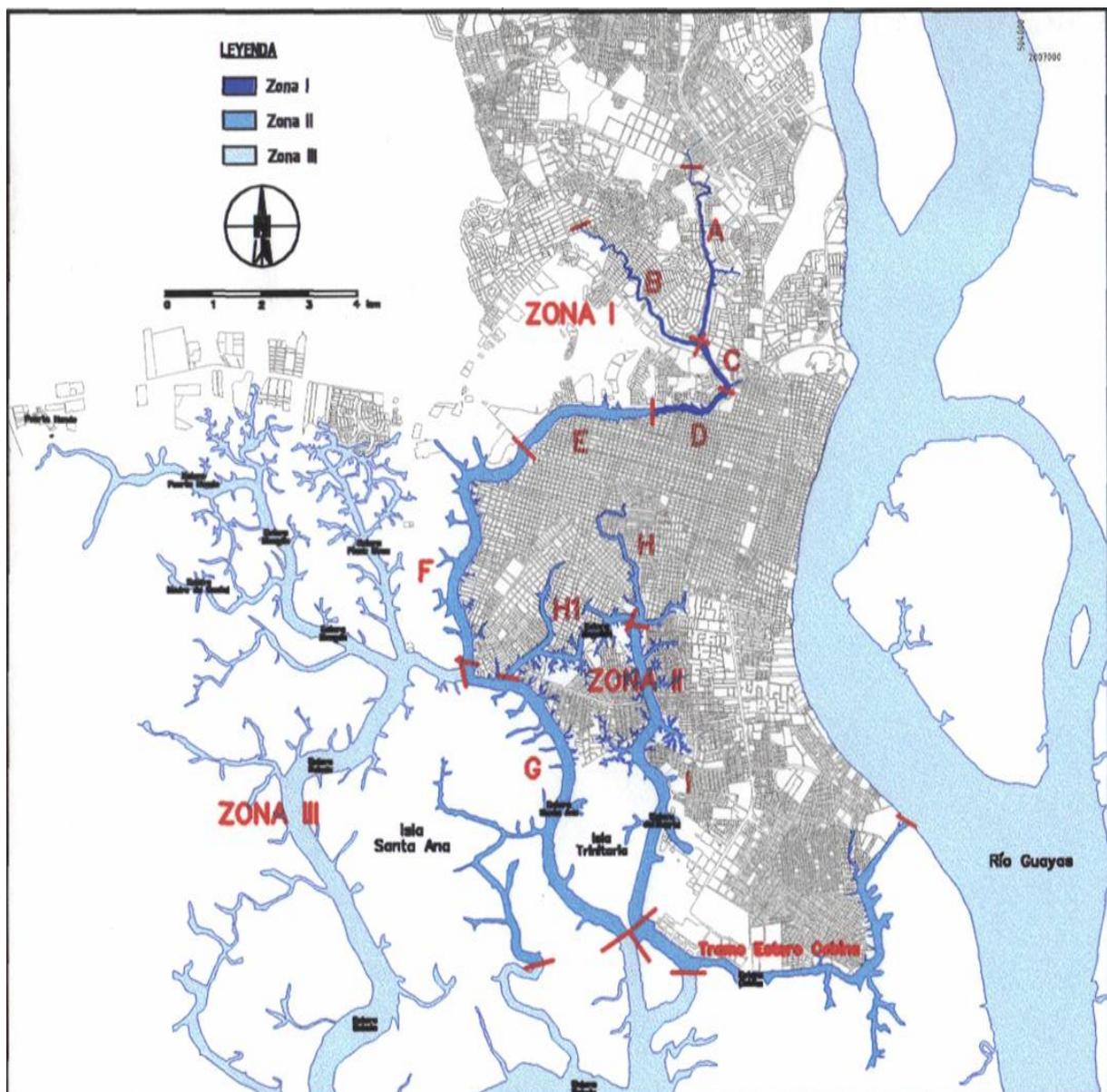


Figura 1 Zonificación de los tramos del Estero Salado

Fuente: (M.I. Municipalidad de Guayaquil y Consorcio Lahmeyer Cimentaciones, 2000)

1.2 Teorías sustantivas

1.2.1 Legislación aplicable

El Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS), mediante Decreto Ejecutivo No 3399 publicado en el Registro Oficial No 725 del 16 de diciembre del 2002, se expidió la legislación ambiental con la misión de proteger el derecho de la población a vivir en un ambiente sano. Con el objetivo de actualizar, el 4 de noviembre del 2015 mediante Registro Oficial No 387 y acuerdo ministerial No 097 - A se reforma el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua (tabla 1), teniendo como propósito establecer los niveles máximos permisibles de la calidad de agua marina y de estuario.

Debido a que nuestro país no cuenta con una normativa ambiental para criterios de calidad en sedimento marino, se recurrió a la legislación internacional (EPA y Ministerio del Ambiente de Canadá). En la Tabla 2 se presentan los criterios utilizados a nivel mundial sobre los límites permisibles de metales pesados en suelo marino. Por otra parte se tomó como referencia el Reglamento Ambiental para las Operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE), estado actual vigente, Decreto Ejecutivo No 1215, publicado en el Registro Oficial No 265 del 13 de Febrero del 2001, debido a que la legislación ecuatoriana vigente no se establecen límites permisibles para criterios de calidad de agua estuarina en demanda bioquímica de oxígeno, demanda química oxígeno, sólidos totales e hidrocarburos totales de petróleo en sedimento marino.

Por lo tanto el manejo de hidrocarburos podrá ser establecido mediante leyes, reglamentos y normas específicas, que se encuentren en vigencia, para el sector hidrocarburífero. En la Tabla 3, se muestran los criterios que deben cumplir estos parámetros.

Tabla 1 Criterios de calidad para la preservación de la vida acuática en aguas marinas y de estuario (Tabla 2 Acuerdo Ministerial No 097 – A TULA)

*Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterios de calidad en aguas marina y de estuario
Arsénico	As	mg/l	0,05
Cadmio	Cd	mg/l	0,005
Mercurio	Hg	mg/l	0,0001
Plomo	Pb	mg/l	0,001
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	0,05
Fenoles mono hídricos	fenoles	mg/l	0,001
Potencial hidrógeno	pH	pH	6,5 – 9,5

Fuente: (TULAS, 2015, pág. 14)

*Nota: Se utilizaron parámetros analizados en este estudio.

Tabla 2 Normativa internacional sobre calidad de sedimento marino

Parámetros	Expresado en	Unidad	Límite permisible	Referencias Internacionales
Arsénico	As	mg/kg	8	EPA
Cadmio	Cd	mg/kg	1	EPA
Mercurio	Hg	mg/kg	0,15	EPA
Plomo	Pb	mg/kg	35	Medio ambiente de Canadá

Fuentes: www.epa.gov, (Canadian Environmental Quality Guidelines, 2011)

Tabla 3 Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE)

Parámetros	Expresado en	Unidad	Valor límite permisible	Referencia
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	< 350	Tabla 4a
Sólidos totales	ST	mg/l	< 1700	Tabla 4a
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/kg	< 1000 *	Tabla 6
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO ₅	mg/l	< 40	Tabla 10

Fuente: (RAOHE, 2001) * Ecosistemas sensibles

Tabla 4a.- Límites permisibles para el monitoreo ambiental permanente de aguas en la producción, industrialización y comercialización de hidrocarburos y sus derivados

Tabla 6.- Límites permisibles para la identificación y remediación de cualquier tipo de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicios.

Tabla 10.- Parámetros adicionales y límites permisibles para aguas en la producción, industrialización, transporte, almacenamiento y comercialización de hidrocarburos y sus derivados.

1.3 Referentes empíricos

1.3.1 Estudios realizados sobre la presencia de metales pesados e hidrocarburos en diferentes tramos del Estero Salado

En los últimos años se han realizado estudios sobre la presencia de sustancias peligrosas en diferentes tramos del estero salado entre ellas citamos las siguientes: (Cardenas, 2010) evaluó la presencia de metales pesados (plomo, cadmio y mercurio) e hidrocarburos en los sedimentos de las zonas comprendidas en el: sector puerto marítimo, terminal de transferencia tres bocas y terminal portuario internacional, en cada zona se muestreo tres sub zonas y en cada una se recolectaron tres réplicas de sedimento. Los resultados de estas muestras fueron que los análisis de hidrocarburos presentaron una concentración promedio de 265,33 mg/ kg, distribuidas de la siguiente manera: puerto marítimo 72 mg/kg, terminal de transferencia tres bocas 272,2 mg/kg y terminal portuario internacional 451,8 mg/kg.

Dentro de los metales pesados estudiados el plomo su concentración se mantuvo en 19 mg/kg en los tres sectores, el cadmio tuvo su mayor concentración en la terminal de transferencia tres bocas 1,84 mg/kg y el mercurio sus parámetros en los tres sitios oscilaron entre 0,4 a 0,89 mg/kg. Ante estos resultados, Cárdenas concluye que no existe contaminación petrolera en los tres sectores señalados según los límites permisibles en el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE, Tabla 6), debido a las descargas mínimas de petróleo en el tramo señalado con referencia a los metales pesados el cadmio y el mercurio sus resultados sobrepasan las concentraciones establecidas en el TULAS.

(Rodríguez, 2013), analizó la presencia de cadmio, plomo y níquel en aguas superficiales y sedimento en los puentes Portete y 5 de junio del Estero Salado realizándose muestras quincenales en la cual el nivel promedio de cadmio en muestras de agua fue de 0,04 ppm tanto en el puente Portete como en el puente 5 de junio. Las concentraciones de níquel y plomo encontradas en las muestras de agua del puente Portete fueron 0,14 ppm y 0,07 ppm respectivamente, mientras que en el puente 5 de junio fueron 0,09 ppm para el plomo y 0,07 ppm para el níquel. Sacando la conclusión que estos elementos sobrepasan los límites máximos permisibles en nuestras líquidas.

En sedimento, las concentraciones promedio de cadmio fueron de 6,44 ppm en el puente Portete y 8,77 ppm en el puente 5 de Junio de igual manera las concentraciones promedios de níquel fueron de 47,76 ppm en el puente Portete y 64,67 ppm en el puente 5 de Junio. El plomo presentó niveles promedios de 29,93 ppm en el puente Portete y 30,08 ppm en el puente 5 de Junio respectivamente, determinándose que el sedimento en el puente 5 de Junio con relación al puente Portete se encuentra muy contaminado por los elementos estudiados.

(Guarco, 2015), investigó el estudio de cadmio, cromo, níquel y plomo en muestras sedimentarias en el tramo B de Estero Salado obteniendo como resultado las siguientes concentraciones en ppm: Cd 4,05 – Cr 52,81 – Ni 31,01 y Pb 37,35. Ante estas cantidades el autor en mención llegó a la conclusión que el sedimento marino de este ramal posee un alto contenido de estos metales pesados. Además recomienda que se realice investigaciones de otros contaminantes como por ejemplo Hidrocarburos Totales de petróleo (TPH).

CAPÍTULO 2

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Metodología

La metodología que se aplicó fue una metodología cualitativa-cuantitativa, que consistió en la recolección de prototipos tanto sedimentarios como líquidos en seis estaciones identificadas en el tramo B del Estero Salado. Con la ayuda del personal del Grupo Químico Marcos las muestras de sedimento marino fueron recogidas a orillas de cada una de las estaciones de manera manual en frascos plásticos de 500 gr, para dicha recolección se utilizaron: guantes estériles, botas y una pala con el objetivo de cavar un agujero de 15 cm de profundidad para extraer la muestra sólida (Figura 2). Las muestras de agua estuarina fueron recogidas en envases plásticos de ½ y 1 litro. Para su recolección se utilizó un balde de 10 lts sujetado a una soga y desde el paso a desnivel de cada una de las estaciones se obtuvo la muestra líquida. (Figura 3).



Figura 2 Recolección de muestras en sedimento marino

Fuente: Autor



Figura 3 Toma de muestras de agua estuarina

Fuente: Autor

Todas las muestras recolectadas fueron debidamente identificadas, especificando: estación, tipo de muestra y parámetros a evaluar. (Figura 4). En total se recolectaron 30 muestras con sus respectivos envases, de las cuales 12 sólidas y 18 líquidas. Una vez recolectada la muestra fueron transportadas en hieleras hasta el laboratorio del Grupo Químico Marcos ubicado en el Parque California 2 para su análisis.



Figura 4 Identificación de las muestras de estudio

Fuente: Autor

2.2 Métodos: teóricos y empíricos

2.2.1 Métodos teóricos

2.2.1.1 Selección de la zona de estudio

El ramal B del Estero Salado fue seleccionado para realizar esta investigación debido a que es considerada una zona afectada por el sector industrial (ubicada en sus alrededores) debido a la descarga de sus aguas residuales. Otro problema de contaminación que tiene este sector son las aguas residuales de uso doméstico provenientes de las urbanizaciones aledañas al sector (MIDUVI - MAE, 2013).

2.2.1.2 Descripción de la zona de estudio

Este tramo está ubicado en el norte de la ciudad, está formada por áreas habitadas con servicios urbanísticos, calles asfaltadas, pasos a desnivel, servicios de agua potable, alcantarillado, entre otros. Esta zona se inicia desde el Complejo Polideportivo de la ciudadela Miraflores, pasando por las urbanizaciones: Miraflores, Quisquis y Urdesa Central, terminando en el puente Zig – Zag (punto de unión entre las universidades: Guayaquil y Católica). Este trayecto mide aproximadamente 2 km de distancia y en todo este sector se puede observar que este recurso estuarino tiene una menor influencia de mareas y pequeñas áreas de bosque interrumpidas por urbanizaciones.

2.2.1.3 Ubicación de las estaciones

Las estaciones de muestreo fueron localizadas por medio del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), en la cual se detectaron 6 estaciones con una distancia de 0,25 a 0,60 km. En la tabla 4 y figura 5 se muestran las ubicaciones de cada una de las estaciones de muestreo.

Tabla 4 Estaciones identificadas en el tramo de estudio

Estación	Zona	Coordenadas
1	Complejo polideportivo Miraflores	61998-9761028
2	Avenida Miraflores	620190-9760925
3	Av. Dr. Ignacio Cuesta Garcés	620392-9760854
4	Centro Comercial Albán Borja	620471-9760439
5	Avenida Las Monjas	620883-9759822
6	Puente Zic – Zac	621950-9759224

Fuente: Sistema de Posicionamiento Global (GPS)



Figura 5 Área de estudio tramo B del Estero Salado

Fuente: www.googleearth.com

2.2.2 Métodos Empíricos

Una vez ingresadas las muestras se procedió a la distribución para su análisis en el Grupo Químico Marcos. En la tabla 5 se muestra los métodos aplicados a cada uno de ellos, basados en el método analítico (STANDARD METHODS, 22 TH EDITION, 2012). Cabe indicar que el Grupo Químico Marcos es un laboratorio ambiental de análisis acreditado por la norma ISO 17025. Se trata de una norma de calidad, que deben de cumplir los laboratorios de ensayos en producir resultados confiables. La acreditación esta registra por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE) con acreditación No OAE LE 2C 05-001.

Tabla 5 Métodos aplicados en los parámetros estudiados

Parámetros	Método analítico
Metales pesados en sedimento	PEE - GQM – FQ - 54
Metales pesados en líquido	PEE - GQM – FQ - 33
TPH en sedimento	PEE - GQM – FQ - 56
TPH en líquido	PEE - GQM – FQ - 07
Fenoles	PEE - GQM – FQ - 20
Sólidos suspendidos	PEE - GQM – FQ - 06
Sólidos disueltos	PEE - GQM – FQ - 41
pH	PEE - GQM – FQ - 41
DBO ₅	PEE - GQM – FQ - 17
DQO	PEE - GQM – FQ - 16

Fuente: www.grupoquimicomarcos.com

2.2.2.1 Estudio de contaminantes (Standard Methods, 2012)

2.2.2.1.1 Metales pesados

Los metales pesados analizados fueron: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) se examinaron estos metales debido a que en los sistemas estuarinos se ha incrementado la concentración de estos elementos por las actividades humanas y el crecimiento demográfico, convirtiéndose en reservorios de elementos disueltos y suspendidos. Para metales pesados en muestras líquidas se aplicó el método de espectrofotometría de absorción atómica que sirve para determinar la concentración de un elemento metálico en una muestra en la cual en un vaso de precipitación se recogió 50 ml de la muestra, se agrega 5 ml de ácido nítrico (extracción de metales), luego se procede a filtrar la muestra, una vez filtrada se las traspara a los tubos falcón (tubos de ensayo plástico) e ingresarlas en el espectrofotómetro y después por curvas de calibración para cada metal se analizan los resultados.

Para los metales pesados en muestras sólidas, se pesa entre 1 y 3 gr de la muestra y la transferimos en un erlenmeyer limpio y seco, agregamos 15 ml de solución de ácido clorhídrico y sometemos a agitación (con el objetivo de degradar la materia orgánica totalmente), después de la agitación filtramos la muestra y recolectamos el filtrado en balones volumétrico para calcular los resultados por espectrometría.

2.2.2.1.2 Hidrocarburos Totales de petróleo

Se utilizó el condensador del equipo de reflujo donde se colocó 30 g de la muestra sellada, 20 ml de diclorometano y 3 perlas de ebullición (para que se mantengan en movimiento el líquido a destilar). Luego se inició el calentamiento hasta alcanzar una temperatura inicial de 40°C y posterior entre 60 y 70°C, con el objetivo de mantener un reflujo constante durante la operación de la extracción. Después el extracto

orgánico contendrá todos los hidrocarburos solubles en el disolvente usado, para su posterior análisis de resultado.

Para el contenido de TPH en muestras líquidas se utilizó 450 ml de muestra luego se somete a un proceso de acidificación una vez que la muestra esta acidificada separamos 80 ml de la muestra en un erlenmeyer limpio, en el resto de la muestra agregamos 50 ml de hexano tapamos el recipiente y agitamos vigorosamente, después aflojamos la tapa para que salgan los vapores colocamos el recipiente boca arriba para separar la fase de hexano con una pipeta se extrae 50ml de la fase hexánica y se la coloca en el matraz erlenmeyer donde están los 80 ml de la muestra líquida donde se empieza a rotular. El siguiente paso es la cromatografía en la cual el cromatógrafo debe ser calibrado para obtener la máxima sensibilidad una vez identificados los picos del cromatograma se procede a calcular para dar resultados.

2.2.2.1.3 Fenoles

Para fenoles se utilizó el equipo de decantación (Figura 6) en la cual se utilizaron sus embudos para colocar 300 ml de la muestra, reactivos de fenoles y 30 ml de cloroformo compuestos fenoles, una vez agregados dichos reactivos en el equipo de decantación liberamos el peso del aire por 30 segundos para después taparlos con un algodón, abrir la llave de paso y empezar la recolección de la muestra (< 10 ml).

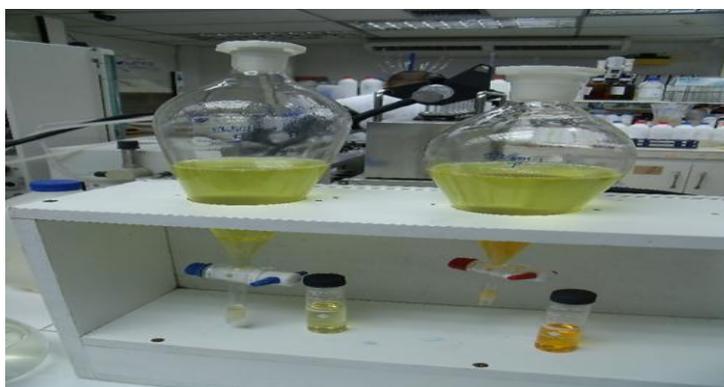


Figura 6 Equipo de decantación para fenoles

Fuente: www.grupoquimicomarcos.com

2.2.2.2 Estudio de análisis parámetros físico químicos (Standard Methods, 2012)

2.2.2.2.1 Sólidos totales

Para el análisis de sólidos totales se analizaron los sólidos suspendidos y disueltos. Para el análisis de los sólidos suspendidos consistió en dos fases: la primera en una estufa se coloca el crisol con filtro de fibra de vidrio a una temperatura de 105 °C por una hora, después de ese tiempo retiramos el envase y lo dejamos en reposo por 10 minutos. Luego lo llevamos a la balanza analítica anotando su valor. La segunda, utilizando la bomba de vacío se colocó el crisol con filtro de fibra de vidrio utilizado en el proceso anterior y agregamos los 100 ml de la muestra donde dicha muestra cae en el interior del matraz y el material sólido queda retenido en la lámina de fibra de vidrio, luego el crisol con la lámina de fibra de vidrio lo sometemos a calentamiento por media hora, registramos su peso en la balanza y analizamos los resultados.

En los sólidos disueltos se agrega aproximadamente 100 ml de la muestra, luego la filtramos para eso preparamos el equipo de filtración al vacío una vez que se filtró recogemos el filtrado y evaporamos, después secamos la muestra evaporada al menos una hora a 180°C y analizamos los resultados.

2.2.2.2.2 Potencial hidrógeno

Para la toma de pH (potencial hidrógeno) en muestras ambientales se realizó in situ el mejor procedimiento para medir este parámetro fue introducir el sensor dentro del cuerpo de agua en cada una de las muestras recolectadas y se determinó la unidades de pH, esta táctica se cumplió en la parte metodológica.

2.2.2.3 Estudio para determinación de materia biodegradable (Standard Methods, 2012)

2.2.2.3.1 Demanda bioquímica de oxígeno

La prueba se inicia con la introducción de 300 ml de la muestra en la botella winkler, después se le añade 5 gotas de inhibidor de nitrificación y 3 pastillas de hidróxido de sodio (Figura 7a). Luego tapamos la botella y con la ayuda del oxímetro tomamos la lectura (parámetros necesarios para la prueba), después se coloca la botella en la incubadora donde estará a una temperatura que oscila entre los 17 a 20 °C (Figura 7b), en constante agitación, la medición se inicia y se esperan 5 días (mientras se lleva a cabo la descomposición), después de ese tiempo, el mando nos mostrará cuanto oxígeno perdió.



Figura 7: a) botellas winkler b) incubadora para DBO5

Fuente: www.pro-lab.com

2.2.2.3.2 Demanda química de oxígeno

Se colocan 2,5 ml de la muestra en un tubo de ensayo y 2,5 ml de agua destilada en otro tubo. Después se agregan 1,5 ml de dicromato de potasio y 3,5 ml de solución de ácido sulfúrico a cada tubo, luego las muestras se invierten en un pedazo de tela para mezclar los contenidos produce una reacción exotérmica. Después las muestras van

al reactor a 150 °C por dos horas, retiramos las muestras, dejamos enfriar a temperatura ambiente y luego se realiza la medición de absorbancia en el espectrofotómetro donde se analizan los resultados.

2.3 Premisa o hipótesis

Verificar si los contaminantes señalados se encuentran dentro de los niveles máximos permitidos en la legislación ambiental vigente tanto recurso en agua como en sedimento marino y elaborar una propuesta de remediación mediante técnicas ex – situ que ayuden a mejorar el ambiente del ramal B de Estero Salado.

2.4 Universo y muestra

En el presente trabajo de titulación se recogieron muestras de sedimento marino y agua estuarina en cada una de las seis estaciones señaladas en el estudio. Para la conservación de las muestras se utilizaron los siguientes protocolos según (STANDARD METHODS, 22 TH EDITION, 2012): para muestras de metales pesados en medios líquidos deben acidificarse con ácido nítrico concentrado a pH 2 para conservación a corto plazo, después de acidificar la muestra debe almacenarse en un refrigerador a 4°C para evitar cambios de volumen debido a la evaporación. En metales pesados de prototipos sólidos la mejor forma de almacenar y preservar la muestra es secándola en liofilizador y almacenarla en un medio exento de humedad.

Para los TPH y fenoles en muestras líquidas se conserva en frasco de vidrio a 4°C, almacenarse por un tiempo < 7 días, y tener un pH < 2, para obtener esta unidad en el caso de los TPH se debe acidificarse con ácido clorhídrico y en fenoles con ácido fosfórico. Para los TPH en sedimentos la muestra se la puede almacenar en frascos de vidrio indefinidamente pero no debe sobrepasar los 60°C para evitar la pérdida de los

componentes más volátiles si es necesario se deben de eliminar todos los organismos presentes a través de una maya de 250 mm antes de analizar la muestra.

En DBO se agrega la muestra fija en botellas de vidrio con boca y tapa esmeriladas, donde su almacenamiento debe ser inferior a los 4 días y a una temperatura de 4°C. En DQO las muestras a tratar deben ser colocadas en botellas de vidrio preferiblemente de ámbar. Si el análisis no se realiza de inmediato, es necesario disminuir el pH de la muestra por debajo de 2 unidades para evitar el crecimiento bacteriano. La muestra debe guardarse refrigerada y protegida de la luz por un período no superior a los siete días.

Para las muestras de sólidos totales se deben de conservar en refrigeración a una temperatura de 4°C, si el análisis no se realiza de inmediato se debe almacenar en congelación por un tiempo menor de siete días, los frascos utilizados para su almacenamiento pueden ser de vidrio o de plástico.

2.5 Cuadro de categorías, parámetros, instrumentos y puntos de muestreo establecidos en la investigación

Tabla 6 Cuadro del CIU

Categorías	Parámetros	Instrumentos	Punto de muestreo
Contaminantes	As, Cd, Pb, Hg TPH Fenoles	Standard Methods, 22 th Edition	Ramal B Estero Salado
Niveles físico-químico	Sólidos totales pH	Standard Methods, 22 th Edition	Ramal B Estero Salado
Niveles de materia biodegradable	DBO ₅ DQO	Standard Methods, 22 th Edition	Ramal B Estero Salado

Elaborado por: Autor

2.6 Gestión de datos

En esta presente investigación se espera obtener cuales son las concentraciones de cada uno de los contaminantes propuestos en este trabajo de titulación, así como también algunos aspectos físico-químico y bioquímicos. Es por eso que mediante los resultados de los análisis de laboratorio realizados en el Grupo Químico Marcos se determinará si los parámetros planteados en el numeral 2.5 cumplen con la normativa ambiental tanto ecuatoriana como internacional. Dichos resultados serán interpretados utilizando el programa de Microsoft Office Excel 2013 ingresándolos en tablas y gráficos estadísticos para su respectiva presentación.

2.7 Criterios éticos de la investigación

Consistió en la selección de los datos que sostengan la estructura de los resultados deseados en esta investigación. Ante esto los criterios que se tomaron en cuenta fueron:

- Normativa ambiental.- son aquellos cuyo objetivo es asegurar la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, dentro de esta normativa se utilizaron los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática en aguas marinas y de estuarios establecidos en la tabla No 2 del TULA (acuerdo ministerial No 097 - A), además del TULA se citaron las tablas 4a, 6 y 10 del RAOHE donde se establecen los límites permisibles para DBO, DQO, TPH y sólidos totales, debido a que estos parámetros están ausentes en la legislación ambiental ecuatoriana vigente. Además se tomaron como referencia normativas internacionales sobre calidad de sedimento marino, porque nuestro país carece de esta legislación.
- Informe de los ensayos.- consiste en la interpretación de los resultados obtenidos de los análisis de las muestras realizadas en el laboratorio del Grupo Químico Marcos, donde se

establecen los parámetros, resultados, unidades y métodos analíticos aplicados en las muestras de agua y sedimentos recolectadas en cada una de las estaciones del tramo B del Estero Salado, cuyos informes se encuentran desde el anexo B hasta el M. Los resultados que se obtuvieron en el laboratorio mencionado están basados en el rango de acreditación de la norma ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana, en la tabla 7 se presenta el método y rango aplicado a cada muestra.

Tabla 7 Métodos y rangos aplicados para cada una de las muestras

Muestra	Característica	Método analítico	Rango
		Standard Methods Ed. 22, 2012	Acreditado ISO 17025
Arsénico	Sedimento	PEE - GQM - FQ - 54	1,50 - 250 mg/kg
Arsénico	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 33	0,02 - 5 mg/l
Cadmio	Sedimento	3120 B	0,0035 – 0,0045 mg/l
Cadmio	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 33	0,02 - 1 mg/l
Plomo	Sedimento	PEE - GQM - FQ - 54	0,80 - 150 mg/kg
Plomo	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 33	0,035 – 0,75 mg/l
Mercurio	Sedimento	PEE - GQM - FQ - 54	0,75 - 30 mg/kg
Mercurio	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 33	0,005 – 0,75 mg/l
TPH	Sedimento	PEE - GQM - FQ - 56	160 - 10000 mg/kg
TPH	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 07	1 - 1000 mg/l
Fenoles	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 20	0,04 – 0,5 mg/l
Sólidos suspendidos	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 06	15 - 150 000 mg/l
Sólidos disueltos	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 41	5 - 220 000 mg/l
pH	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 41	4 – 10 pH
DBO ₅	Agua natural	PEE - GQM - FQ - 17	30 - 55 000 mgO ₂ /l
DQO	Agua natural	PEE - GQM - FQ -16	14 - 55 000 mg/l

Fuente: www.grupoquimicomarcos.com

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

3.1 Antecedentes de la unidad de análisis o población

La investigación se llevó a cabo en seis estaciones, ubicadas en el ramal B del Estero Salado, cuyas coordenadas corresponden a las indicadas en la tabla 4. La toma de muestra, correspondió a las aguas y sedimento marino del Estero Salado, según lo indicado en la metodología de esta investigación.

3.2 Diagnóstico o estudio de campo

3.2.1. Resultados de los análisis en muestras líquidas

3.2.1.1 Metales pesados

En la tabla 8 se encuentra presente el contenido de cada uno de los metales pesados en las seis estaciones correspondientes al ramal B del Estero Salado. En la figura 8 se observa que el arsénico (As) y el cadmio (Cd) mantienen las mismas concentraciones en la mayoría de las estaciones, donde sus contenidos están muy por debajo del límite máximo permisible.

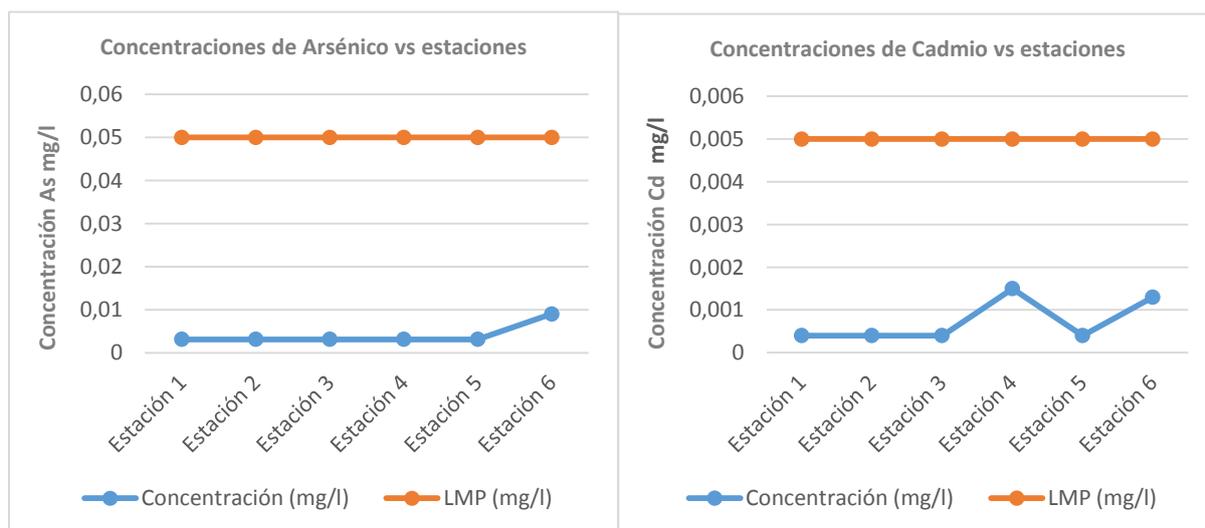


Figura 8 Evoluciones de las concentraciones de As y Cd en el Ramal B Estero Salado

Fuente: Autor

Mientras tanto metales como el mercurio (Hg) y el plomo (Pb) sus concentraciones varían de acuerdo a las estaciones, pero sus promedios sobrepasan el límite máximo permisible, siendo este último el metal de mayor contenido en muestras líquidas. En la figura 9 se muestra el comportamiento de estos elementos en las estaciones.

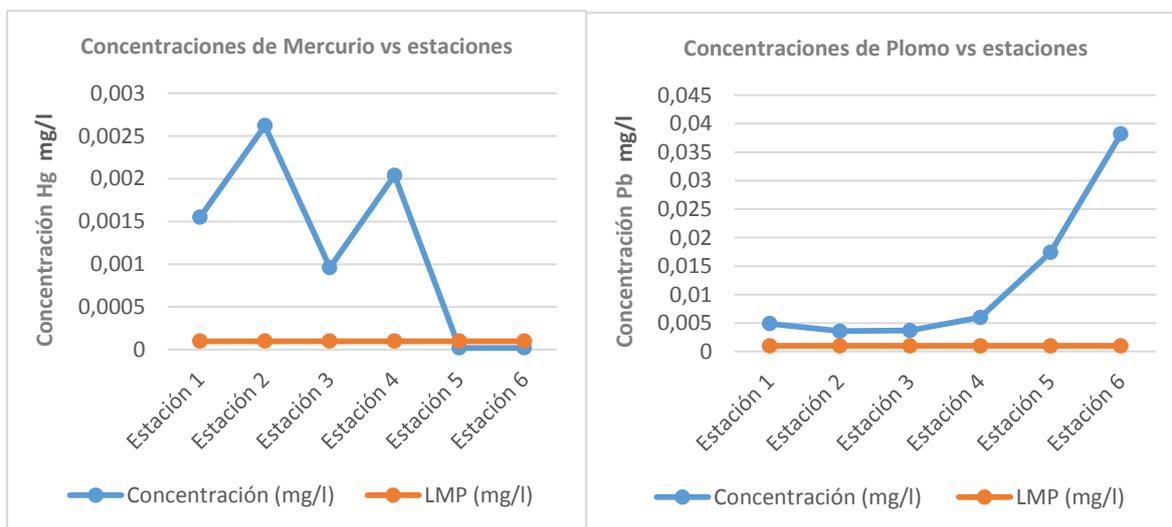


Figura 9 Evoluciones de las concentraciones de Hg y Pb en el Ramal B Estero Salado Fuente: Autor

Tabla 8 Contenidos de metales pesados en las aguas del ramal B Estero Salado

Estación	As (mg/l)	Cd (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb(mg/l)
Estación 1	0,0031	0,0004	0,00155	0,0049
Estación 2	0,0031	0,0004	0,00262	0,0036
Estación 3	0,0031	0,0004	0,00096	0,0037
Estación 4	0,0031	0,0015	0,00204	0,0060
Estación 5	0,0031	0,0004	0,00002	0,0174
Estación 6	0,0090	0,0013	0,00002	0,0382
Promedio	0,0041	0,0007	0,0012	0,0123
Límite permitido (TULAS, 2015)	0,05	0,005	0,0001	0,001

Fuente: Grupo Químico Marcos

3.2.1.2 Compuestos hidrocarbúferos

En la tabla 9 se puede ver los contenidos de los derivados del petróleo: hidrocarburos totales de petróleo (TPH) y fenoles. Los TPH presentan la misma concentración, está dentro del límite permisible pero muy cerca de su valor máximo por lo que existe una concentración media alta de este contaminante. Los fenoles en la mayoría de las estaciones poseen la misma concentración sobrepasando su límite según la norma ambiental obteniendo un promedio de 0,023 mg/l. En la figura 10 se puede visualizar una gráfica de las concentraciones de los derivados del petróleo.

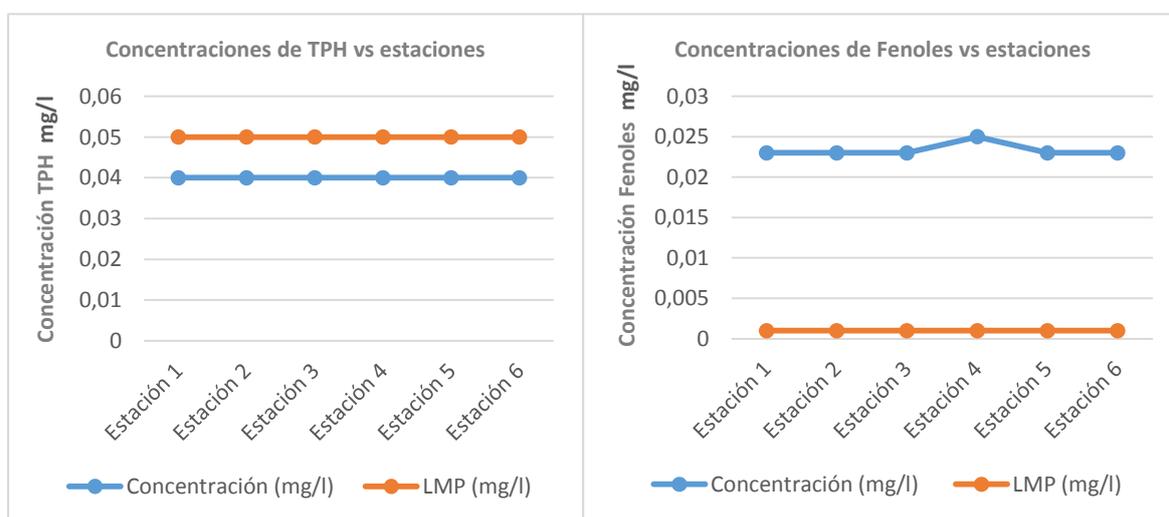


Figura 10 Evolución de las concentraciones de derivados del petróleo

Fuente: Autor

Tabla 9 Contenidos de derivados de petróleo en aguas del ramal B Estero Salado

Estaciones	TPH (mg/l)	Fenoles (mg/l)
Estación 1	0,04	0,023
Estación 2	0,04	0,023
Estación 3	0,04	0,023
Estación 4	0,04	0,025
Estación 5	0,04	0,023
Estación 6	0,04	0,023
Promedio	0,04	0,023
Límite permitido (TULA, 2015)	0,05	0,001

Fuente: Grupo Químico Marcos

3.2.1.3. Parámetros físico químicos

En la tabla 10 se puede verificar el contenido de los parámetros físico químicos: sólidos totales y potencial hidrógeno (pH). En el primer parámetro se puede constatar que a medida que avanzamos de estación las concentraciones va en ascenso, donde las dos últimas estaciones superan el límite permisible y su promedio final es casi el doble de lo permitido. En el segundo parámetro las niveles de pH están dentro del límite máximo permitido, en la figura 11 se puede apreciar una gráfica de estos parámetros físicos químicos.

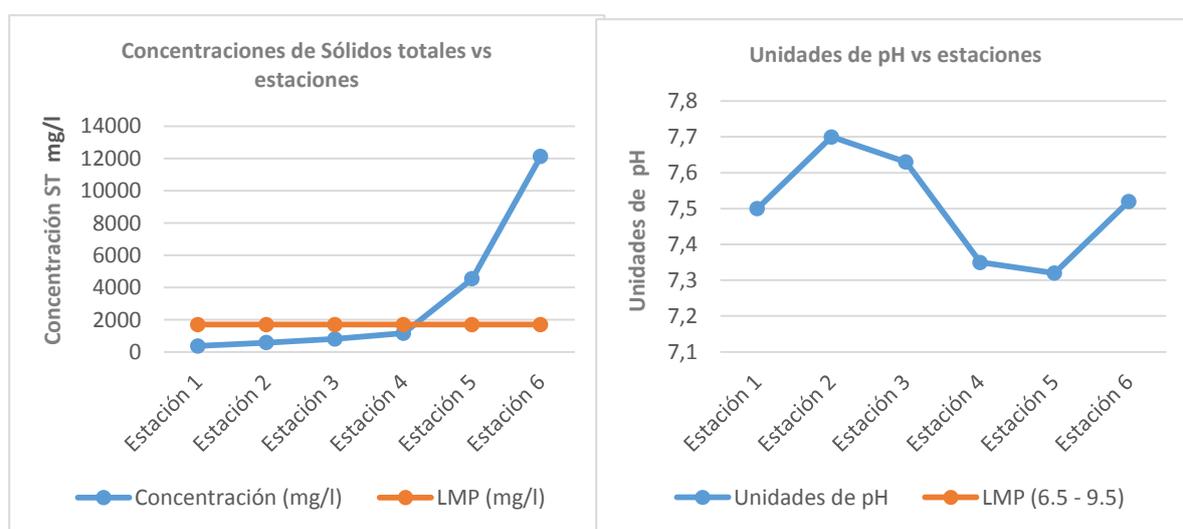


Figura 11 Evoluciones de las concentraciones de parámetros químicos Fuente: Autor

Tabla 10 Contenidos de parámetros físicos químicos en aguas ramal B Estero Salado

Estaciones	Sólidos totales (mg/l)	pH
Estación 1	374	7,5
Estación 2	578	7,7
Estación 3	809	7,63
Estación 4	1166	7,63
Estación 5	4543	7,35
Estación 6	12132	7,32
Promedio	3267	7,52
Límite permitido	1700 (RAOHE, 2001)	6,5 – 9,5 (TULA, 2015)

Fuente: Grupo Químico Marcos

3.2.1.4. Determinación de la materia biodegradable expresada como DQO y DBO₅

En la tabla 11 se presenta la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO). En la DBO se puede observar que este parámetro en el ramal B de Estero Salado tiene una concentración baja, media y alta, las tres primeras estaciones están cerca del límite máximo, las dos últimas están lejos del límite permitido y la cuarta estación es la única que supera los valores establecidos. En la DQO sus concentraciones están muy por debajo del límite máximo permisible, debido a la degradación de la materia orgánica en la figura 12 se ilustra una gráfica de estos contenidos.

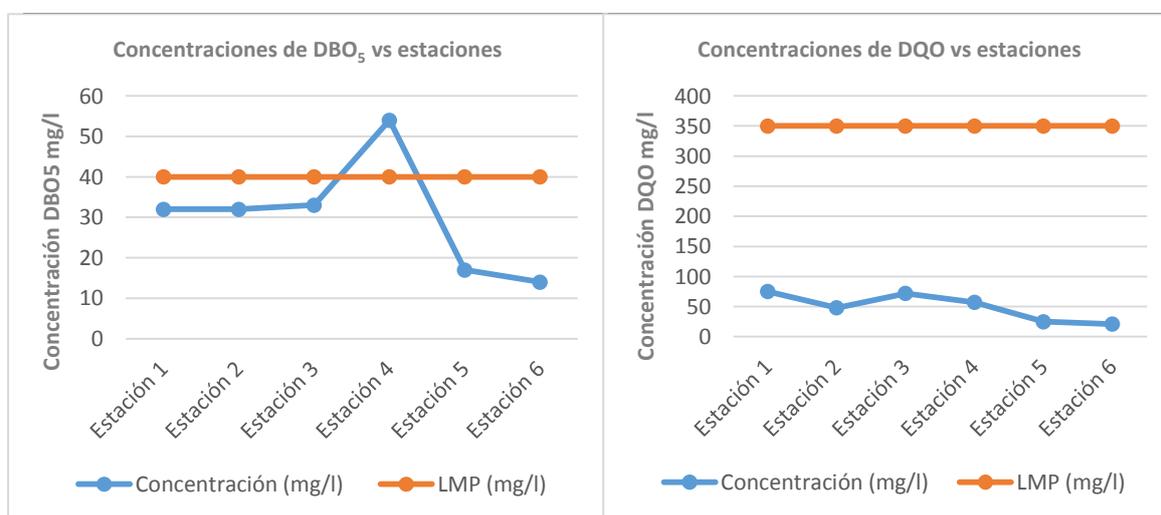


Figura 12 Evoluciones de las concentraciones de la materia biodegradable

Fuente: Autor

Tabla 11 Contenidos de materia biodegradable en aguas del ramal B Estero Salado

Estaciones	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)
Estación 1	32	75
Estación 2	32	48
Estación 3	33	72
Estación 4	54	57
Estación 5	17	25
Estación 6	14	21
Promedio	30,33	49,67
Límite permitido (RAOHE,2001)	40	350

Fuente: Grupo Químico Marcos

3.2.2. Resultados de los análisis en muestras sedimentarias

3.2.2.1 Concentración de metales pesados

En la tabla 12 se puede observar la concentración de los metales pesados estudiados en cada uno de los sedimentos de las estaciones del ramal B del estero salado, la cual se puede observar que el Cadmio y Mercurio sus concentraciones superan el límite máximo permisible en cada uno de los sectores planteados en este estudio (Figura 13).

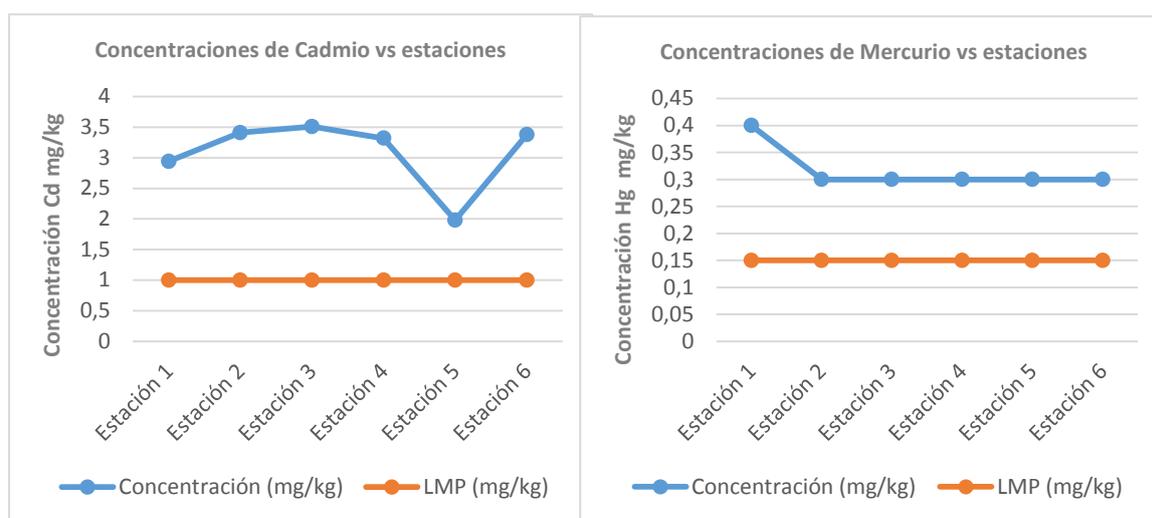


Figura 13 Evoluciones de los contenidos de cadmio y mercurio en sedimento marino Fuente: Autor

El Arsénico se encuentra dentro del límite permisible debido que sus concentraciones no superan el mg/kg. El plomo se observa que existe una variación entre sus contenidos, en la figura 14 se muestra una gráfica de las concentraciones de estos dos elementos, donde el plomo (tomando como referencia la tabla 11 y su variación) es el metal con la mayor concentración en prototipos sedimentarios.

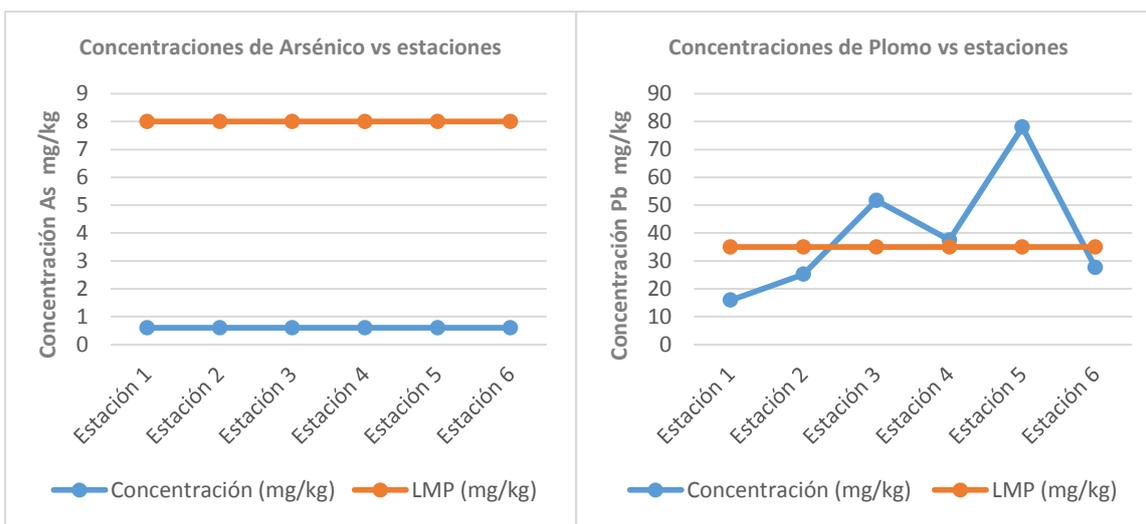


Figura 14 Evoluciones de los contenidos de arsénico y plomo en sedimento marino Fuente: Autor

Tabla 12 Contenidos de metales pesados en sedimento del ramal B Estero Salado

Estación	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	As (mg/kg)	Pb(mg/kg)
Estación 1	2,94	0,4	0,6	15,9
Estación 2	3,41	0,3	0,6	25,2
Estación 3	3,51	0,3	0,6	51,7
Estación 4	3,32	0,3	0,6	37,5
Estación 5	1,98	0,3	0,6	78
Estación 6	3,38	0,3	0,6	27,6
Promedio	3,09	0,32	0,6	39,32
Límite permitido (Norma mundial)	1	0,15	8	35

Fuente: Grupo Químico Marcos

3.2.2.2. Concentración de Hidrocarburos totales de petróleo

En la tabla 13 se presentan los contenidos de TPH (Hidrocarburos totales de petróleo) en las estaciones muestreadas, donde sus valores están al borde del límite máximo permisible, es decir, existe una concentración media alta de estos derivados del petróleo en los sedimentos del ramal B del Estero Salado. En la figura 15 se presenta una gráfica.

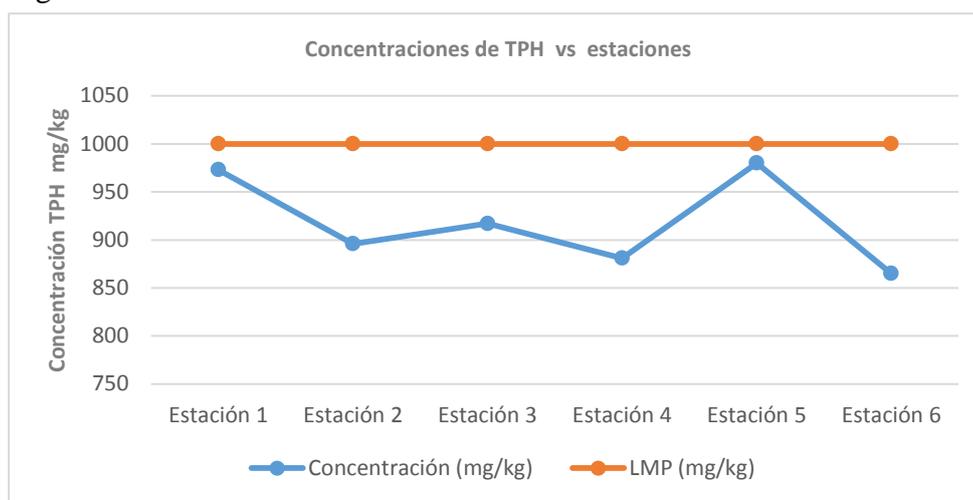


Figura 15 Evoluciones de los contenidos de TPH en sedimento marino *Fuente:* Autor

Tabla 13 Contenidos de TPH en sedimento del ramal B Estero Salado

Estación	Hidrocarburos totales de petróleo (mg/kg)
Estación 1	973
Estación 2	896
Estación 3	917
Estación 4	881
Estación 5	980
Estación 6	865
Promedio	918,67
Límite permisible (RAOHE,2001)	1000

Fuente: Grupo Químico Marcos

CAPÍTULO 4

DISCUSIONES

4.1 Contratación empírica

4.1.1 Concentraciones de metales pesados

Dentro de los metales pesados estudiados (Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo), el arsénico fue el único elemento de los cuatro mencionados que tuvo una concentración tanto en agua como en sedimento muy por debajo del límite máximo permitido. Los demás elementos según los resultados, varían sus contenidos en este tramo del Estero Salado.

El mercurio sobrepasa su límite máximo permitido tanto en muestras sólidas como líquidas ya que sus promedios son más del doble en ambos estados. Estudios realizados por (Cardenas, 2010) muestran que el contenido de este metal en sedimento marino en sectores como: Puerto Hondo, Terminal tres bocas y Puerto Marítimo correspondientes a los tramos G, H, I del Estero Salado sus promedios estuvieron en un intervalos de 0,4 a 0,89 mg/kg, lo que nos da a entender que este metal a medida que nos acercamos al Golfo de Guayaquil va incrementando su concentración.

Mientras tanto los niveles de cadmio en muestras líquidas están dentro del límite permisible por lo tanto las aguas del tramo B de este recurso hídrico presentan una concentración por este metal dentro del rango permitido, pero investigaciones efectuadas por (Rodríguez, 2013) sobre la presencia de Cadmio en las aguas de los puentes Portete y 5 de Junio (Tramos D y E) sus contenidos se ubicaron en 0,05 mg/l, superando el límite según la norma ambiental. Esta variación se pudo producir debido a la movilidad del cadmio que depende de algunos factores entre ellos un pH bajo. En este presente trabajo de titulación se analizó este último parámetro donde sus contenidos fueron entre 7,32 a 7,70 es

decir un pH ligeramente alcalino y por este motivo se debe que las concentraciones de Cadmio estuvieron dentro de las cantidades permitidas en el tramo estudiado.

También, las concentraciones de Cadmio en muestras sedimentarias llegaron a ser en promedio 3,09 ppm (mg/kg), esto es tres veces el valor máximo permitido 1 mg/kg; en el estudio realizado por (Guarco, 2015), se analizó la presencia de este metal en muestras sólidas correspondiente al ramal B, cuyos contenidos en promedio se ubicaron en 4,05 mg/kg, donde nos da a entender que los niveles de este metal siguen superando el límite establecido por la norma ambiental vigente.

El último de estos metales cuyo contenido en el Estero Salado fue analizado es el plomo que al igual que los demás sus concentraciones sobrepasan su valor permisible tanto en muestras sólidas como líquidas, y es el metal que posee la mayor concentración tanto en sedimento marino (39,32 mg/kg) como en agua estuarina (0,0123 mg/l), así lo demuestran sus promedios. Estudios realizados por (Guarco, 2015) y (Rodríguez, 2013) analizaron la presencia de este metal en los tramos B, puente Portete y 5 de junio tanto en sedimento como agua, donde se determinó que el sedimento del tramo B analizado por (Guarco, 2015) las concentraciones de plomo obtuvieron 37,35 mg/kg, mientras la investigación realizada por (Rodríguez, 2013) sobre la presencia de plomo en los puentes Portete y 5 de junio tuvieron un contenido 0,08 mg/l . Esto se debe a que los contenidos altos de Plomo podría ser que en estos sectores descargan desechos de tipo industrial y negocios de lubricadoras, con el pasar de los años han causado deterioro tanto en el aspecto sedimentario como acuático.

4.1.2 Concentraciones de compuestos hidrocarbúricos

Los derivados de petróleo estudiados fueron: hidrocarburos totales de petróleo (TPH) y fenoles. Los TPH según los promedios: sedimento marino 918,67

mg/kg y agua estuarina 0,04 mg/l, se encuentran dentro del límite permisible, pero están cerca de su valor máximo presentando un contenido medio alto en ambos estados. Investigaciones realizadas por (Cardenas, 2010), analizó la presencia de TPH en los sectores: puerto marítimo, terminal de transferencia tres bocas y terminal portuario internacional del Estero Salado donde sus promedios obtuvieron una concentración de 265,33 mg/kg. Este decrecimiento de las concentraciones de hidrocarburos se debe porque existe mayor contenido de estos elementos en los ramales más internos, con menor cauce y menor influencia de mareas, por lo tanto en los ramales externos con cauce e influencia de mareas los contenidos disminuyen. Otro parámetro hidrocarburífero analizado fueron los fenoles en muestras líquidas, donde superan su concentración 0,001 mg/l.

4.1.3 Dinámica de los aspectos físico químico

Dentro de los aspectos físicos químicos los sólidos totales en el tramo analizado podemos decir que las cuatro primeras estaciones sus concentraciones están dentro del rango permitido pero en cada una de ellas cuando avanzamos de estación aumentan sus concentraciones, es por este motivo que las dos últimas sobrepasan su límite máximo lo que nos da a entender un aumento de la materia suspendida y disuelta cada vez que nos acercamos al Golfo de Guayaquil. Por otra parte, las aguas del ramal B del Estero Salado tienen un pH ligeramente básico ya que sus unidades se ubicaron entre 7,30 a 7,70. Según la normativa ambiental vigente están dentro del rango permitido.

4.1.4 Dinámica de la materia biodegradable

La presencia de los contaminantes analizados influyó en el contenido de oxígeno de este ramal debido a que la DBO (demanda bioquímica de oxígeno)

tuvo concentraciones cerca del límite máximo permisible, lo que da a entender dos cuestiones: 1) poca calidad de sus aguas, 2) el escaso O_2 que se requiere para la degradación bioquímica de la materia orgánica. Por otra parte la presencia de materia orgánica favoreció que las concentraciones de DQO (demanda química de oxígeno) estén por debajo del límite máximo según los resultados obtenidos en cada una de las estaciones, por lo cual se puede oxidar químicamente la materia orgánica contenida en este tramo.

4.2 Limitaciones

Dentro de las limitaciones que se presentaron, se utilizó repelente debido a la presencia de mosquitos en la mayoría de las estaciones del ramal B del Estero Salado. En la estación 6 (Puente Sig – Sag) debido al difícil acceso para recolectar muestras sedimentarias, se usó una draga con el objetivo de obtener la muestra (Figura 16).



Figura 16 Utilización de draga para recolección de sedimento en estación 6 tramo B Estero Salado

Fuente: Autor

4.3 Líneas de investigación

Según los resultados obtenidos se podrían plantear los siguientes temas para futuras investigaciones:

- Diseñar un plan de monitoreo de la calidad de las aguas y sedimento marino de cada uno de los ramales del Estero Salado que incluyan variables físicas, química y biológicas así como sus contaminantes, con el objetivo de comprar estos parámetro en cada uno de los tramos de este sistema estuario.
- Realizar estudios para determinar el contenido de hidrocarburos en organismos macro invertebrados y flora existente en el Estero Salado, esto debido a que los elementos tóxicos ingresan a la cadena trófica y tienen la capacidad de bio acumularse.

4.4 Aspectos relevantes

Uno de los aspectos importantes de este estudio es la pérdida de biodiversidad de Estero Salado, debido a las actividades causadas por la población dando como consecuencia un problema muy grave para los ecosistemas de la ciudad y el país. Ante esta situación existen diversas investigaciones que se han encargado de caracterizar y determinar el contenido de contaminantes en diferentes puntos del Estero Salado, así como también su afectación a especies nativas del sector. Otro detalle a destacar es el incremento que han tenido los contaminantes analizados con respecto a otras investigaciones.

CAPÍTULO 5

PROPUESTA

La contaminación por sustancias peligrosas es un problema mundial, la mayoría de las acciones en la que el hombre utiliza estos productos y sus derivados causan impactos hacia el medio ambiente y provoca efectos negativos en la salud de las personas, flora y fauna. Cuando el medio afectado es el suelo se ven comprometidos sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, además se origina la contaminación de los cuerpos de agua subterránea. (Cando, 2011). En los últimos años se ha incrementado técnicas aplicadas a la limpieza de suelos en la cual intervienen varias metodologías, pero se debe de considerar el grado de remediación que queremos conseguir, parámetros del suelo, contaminante a extraer y el presupuesto del que se dispone (Alonso, 2012).

En el presente, una de las dificultades más importantes con respecto a los patrimonios hídricos de la ciudad de Guayaquil, es la contaminación del Estero Salado. No sólo por el contenido de contaminantes, sino por la degradación de su belleza natural. Ante esta situación es fundamental averiguar diferentes metodologías para su recuperación, orientadas al manejo del sedimento presente en su cauce. Reflexionando que existen técnicas de descontaminación clasificadas por su ubicación: in-situ y ex-situ, se selecciona este último tratamiento, debido a que es el más adecuado ya que la extracción puede efectuarse de manera rápida logrando una descontaminación, son más seguros en cuanto a uniformidad es decir posible homogenizar y muestrear periódicamente (Serrano, 2012).

5.1 Principales métodos de descontaminación ex – situ

Las técnicas de descontaminación están dirigidas a disminuir la concentración de los contaminantes presentes en el suelo. En la tabla 14 se describen las distintas técnicas de descontaminación ex – situ, pero como el sedimento de Estero Salado tiene característica arenosas la más recomendable es el lavado del suelo ya que elimina un porcentaje elevado de contaminantes y se utiliza fundamentalmente para suelos contaminados con compuestos orgánicos semivolátiles, hidrocarburos derivados del petróleo y substancias inorgánicas como cianuros y metales pesados obteniendo una recuperación completa de la zona afectada.

Tabla 14 Principales técnicas ex - situ para recuperación de suelos

Tipo de tratamiento	Tratamiento
Descontaminación	Físico – químico
	Biológico
	Térmicos

Fuente: (Aragón, 2013)

5.1.2 Lavado de suelos

El lavado de suelos es un tratamiento físico – químico (disminuye su peligrosidad) en la cual el suelo es excavado para eliminar partículas gruesas y agregando compuestos químicos para su respectivo tratamiento. Esta técnica según (Ortíz , Sanz, Dorado, & Villar, 2014), consiste en el siguiente procedimiento: Con una draga se comienza a extraer la cantidad de sedimento contaminado, dicho sedimento es llevado a una

planta de tratamiento físico – química donde el material sólido es inundado con grandes cantidades de agua con aditivos químico que son sustancias de extractos como: ácido oxálico (53,28 kg/ton), ácido fosfórico (220 kg/ton), ácido etilen diamino tetra acético EDTA (188 kg/ton).

Después se aplica el proceso de separación física por tamizado, densidad o gravedad con el objetivo de eliminar las partículas de grava más gruesas y quedarnos con las partículas más finas. Una vez tamizado las muestras entran a los tanques de agitación para empezar el lavado del suelo y así poder eliminar los contaminantes y los agentes de extractos, luego de este paso comienza su decantación. Una vez decantada la muestra sólida se la analiza para conocer su porcentaje de descontaminación, mientras tanto la muestra líquida se la recicla que ser sometida a un tratamiento de aguas para obtener agua limpia. En la figura 17 se propone un diagrama de flujo para el proceso de lavado de suelo, en la cual se detallan las principales operaciones unitarias contempladas en este tratamiento.



Figura 17 Diagrama de flujo del lavado de suelo

Fuente: (Ortíz , Sanz, Dorado, & Villar, 2014)

5.1.3 Tratamientos biológicos y térmicos

El primero de ellos es un tratamiento de biodegradación donde el suelo contaminado es excavado y tamizado con agua y otros aditivos en un bio reactor, esta es una técnica que se la utiliza para descontaminar sólidos como hidrocarburos y sus derivados (Volker & Velasco, 2012), por lo tanto no es recomendable aplicar este tratamiento en el tramo señalado debido a que se requieren mayores tiempos para su tratamiento y el tipo de suelo puede no favorecer el crecimiento microbiano.

Los tratamientos térmicos ofrecen tiempos muy rápidos de limpieza, pero son generalmente los más caros. Los altos costos se deben a energía y equipos, además de ser intensivos en mano de obra. Los procesos térmicos utilizan la temperatura para incrementar la volatilidad (separación), quemado, descomposición (destrucción) o fundición de los contaminantes (inmovilización). Estas tecnologías producen vapores, residuos sólidos (cenizas) y, en ocasiones, residuos líquidos que requieren de tratamiento o disposición final para evitar una contaminación ambiental. (Aragón, 2013).

5.2 Costos de los tratamientos de remediación

Según (Volker & Velasco, 2012), la realización de técnicas ex – situ se requiere de procesos para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (on site) o fuera de él (off site). Ante esto las técnicas ex – situ son costosas debido a los costos de ingeniería de los equipos, en lo que se refiere al lavado del suelo, primero los costos para la inundación oscilan entre 20 y 200 USD/m³, y para el lavado su precio promedio es de 150 USD/ton. Además los costos de los químicos señalados superan los 50 dólares: ácido oxálico (59,67 UDS), EDTA (750,94 USD) y ácido fosfórico (248,34 USD).

Conclusiones

De las seis estaciones correspondientes al tramo B del Estero Salado se obtuvieron que en muestras líquidas la estación 6 (Puente Zic – Zac) tuvo los mayores contenidos de arsénico y plomo con 0,0090 y 0,0382 mg/l respectivamente, las mayores concentraciones de cadmio 0,0015 mg/l y fenoles 0,025 mg/l estuvieron en la estación 4 (Centro Comercial Albán Borja) y en la estación 2 (Avenida Miraflores) se reportó el mayor contenido de mercurio 0,00262 mg/l. Los hidrocarburos totales de petróleo en todas las estaciones tuvieron la misma concentración 0,04 mg/l.

Mientras tanto en prototipos sedimentarios la estación 5 (Avenida Las Monjas) tuvo las mayores concentraciones de plomo 78 mg/kg e hidrocarburos totales de petróleo 980 mg/kg, el cadmio 3,51 mg/kg y el mercurio 0,4 mg/kg sus contenidos mayores se presentaron en la estación 3 (Av. Dr. Ignacio Cuesta Garcés) y estación 1 (Complejo Polideportivo de Miraflores) respectivamente. El arsénico en todas las estaciones tuvieron la misma concentración 0,6 mg/kg.

Dentro del estudio se caracterizaron los siguientes parámetros: sólidos totales, DBO₅, DQO y pH, en la cual los sólidos totales se encuentran fuera del límite máximo permisible según la tabla 4a del reglamento ambiental de operaciones hidrocarburíferas del Ecuador (RAOHE). Este parámetro obtuvo un promedio en el tramo B de 3267 mg/l superando casi el doble de lo permitido 1700 mg/l, este valor, se debe a la cantidad total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) presentes en dicho sector. La DBO₅ tuvo un promedio de 30,33 mg/l, en la cual está dentro del límite permitido 40 mg/l, según lo establecido en la tabla 10 del RAOHE.

La DQO fue otro parámetro cuyas concentraciones estuvieron dentro del límite permitido 350 mg/l (Tabla 4a RAOHE) ya que sus contenidos se ubicaron

en 49,67 mg/l, el potencial hidrógeno (pH) sus unidades obtuvieron un promedio de 7,52 (ligeramente alcalino) que al igual de las anteriores cuantificaciones se encuentran dentro de lo permitido de acuerdo a la tabla 2 del TULA 6,5 – 9,5.

Se elaboró un plan de remediación para mitigar contaminantes, con la técnica ex situ descontaminación físico química lavado de suelo, debido a que depura un porcentaje superior del 70% de contaminantes, a pesar de su alto costo son rápidas, consiguiendo una recuperación completa de la zona afectada. Cabe mencionar que no se puede realizar la remediación in situ en el sedimento marino del Estero Salado, por cuanto a las técnicas que se emplean podrían liberar el contenido de metales pesados e hidrocarburos debido al ascenso y descenso de la marea, dando el paso de los contaminantes a lo largo del Golfo de Guayaquil.

Recomendaciones

- Difundir los resultados a la comunidad científica y ecuatoriana, así como también a instituciones como: Ministerio del Ambiente del Ecuador y M.I. Municipio de Guayaquil.
- Ejecutar la recuperación del Estero Salado mediante la extracción del sedimento marino y su posterior remediación en instalaciones ubicadas fuera del perímetro urbano de Guayaquil.
- Realizar una investigación con simuladores de proceso que permitan llevar a cabo la extracción del sedimento utilizando dragas en espacios liberados por el represamiento escalonado de las aguas del Estero Salado.
- Incluir en el TULA límites permisibles para concentraciones de metales pesados e hidrocarburos en sedimento marino, así como también DBO₅, DQO y sólidos totales relacionados a los criterios de calidad en aguas estuarinas.

Referencias bibliográficas

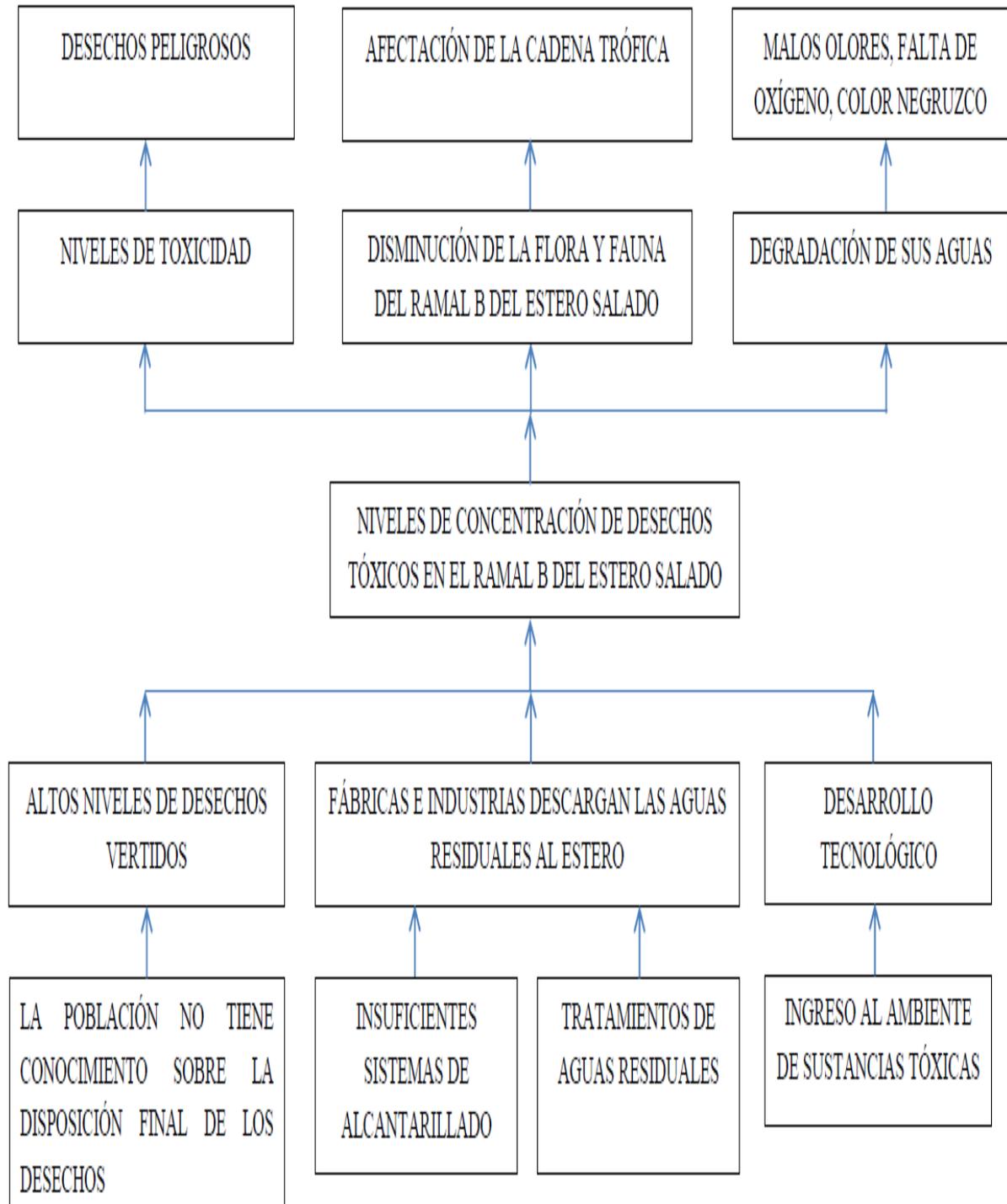
- Alonso, R. (Junio de 2012). *Proyecto de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos*. Obtenido de Universidad Autónoma de Barcelona: <http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012>
- Aragón, C. (Noviembre de 2013). *Diseño a escala laboratorio y piloto de un sistema de remediación electrocinética de suelos contaminados por metales pesados*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: bibdigital.epn.edu.ec
- Calero, M. (2010). *La Gobernanza del Estero Salado*. Obtenido de UTPL: dspace.utpl.edu.ec
- Canadian Environmental Quality Guidelines. (2011). *Directrices de calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática*. Obtenido de Consejo Canadiense de ministros del medio ambiente: ceqg-rcqe.ccme.ca/
- Cando, M. (Septiembre de 2011). *Determinación y análisis de un proceso de biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: dspace.ups.edu.ec
- Cardenas, M. (2010). *Efecto de la contaminación hidrocarburífera sobre la estructura comunitaria de macroinvertebrados bentónicos presentes en el sedimento del Estero Salado*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/755>
- Cervantes, J. (1 de junio de 2012). *Proyecto de recuperación del Estero Salado*. Obtenido de blog: jeniffercervanteszambrano.blogspot.com
- Diario El Telegrafo. (27 de Agosto de 2012). La contaminación del agua: del estero al océano. *La contaminación del agua: del estero al océano*, pág. Sección Columnista.

- Guarco, K. (2015). *Tratamiento del sedimento marino del ramal B del Estero Salado para la remoción de metales pesados*. Obtenido de ESPOL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/31957>
- Jimenez, D. (2012). *Cuantificación de metales pesados (Cadmio, Cromo, Níquel y Plomo) en agua superficial, sedimentos y organismos (Crassostrea columbiensis) Ostión de Mangle en el Puente Portete el Estero Salado Guayaquil*. . Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1683>
- Kuffo, A. (2013). *Niveles de Cadmio, Cromo, Plomo, y su Bioacumulación por Mytella Strigata delimitando la zona urbano-marginal en el Estero Salado de Guayaquil*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3310>
- M.I. Municipalidad de Guayaquil y Consorcio Lahmeyer Cimentaciones. (2000). *Estudios de Pre factibilidad, Factibilidad y selección de la mejor alternativa del Plan Integral de la Recuperación del Estero Salado (PIRES)*. Guayaquil.
- Marrungo, L. (2011). *Evaluación de la contaminación por metales pesados en la ciénaga la Soledad y Bahpia de Cispatá, Cuenca del Bajo Sinú, Departamento de Córdoba*. Obtenido de Universidad de Córdoba: www3.unicordoba.edu.co
- Medina, F., & Monserrate, B. (28 de noviembre de 2011). *Estudio de condiciones físicas, química y biológicas en la zona intermarial de dos estaciones del Estero Salado con diferente desarrollo humano*. Obtenido de ESPOL: www.dspace.espol.edu.ec
- MIDUVI - MAE. (Junio de 2013). *Ministerio de Desarrollo urbano y vivienda - Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Generación y restauración de áreas verdes para la ciudad de Guayaquil: Guayaquil Ecológico: www.ambiente.gob.ec/guayaquil-ecologico/

- Ortíz , I., Sanz, J., Dorado, M., & Villar, S. (2014). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados Informe de vigilancia tecnológica*. Obtenido de Universidad de Alcalá Dirección de Universidades e Investigación: www.jaravalencia.com/docu/
- Paéz, M., Soriano, R., Torres, L., & Vasconez, N. (2014). *Factores que Contaminan el Estero Salado de la Ciudad Guayaquil*. Obtenido de Universidad Agraria Del Ecuador: es.slideshare.net
- RAOHE. (13 de Febrero de 2001). *Reglamento ambiental de actividades hidrocarburíferas*. Obtenido de Ministerio de Recursos no renovables: www.hidrocarburos.gob.ec
- Rodríguez, F. (2013). *Cuantificación de cadmio, plomo y níquel en agua superficial, sedimento y organismo (Mytella guyanensis) en los puentes Portete y 5 de Junio del Estero Salado Guayaquil* . Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1682>
- Serrano, R. (2012). *Alternativas de tratamiento para la remoción de lecho marino del Estero Salado*. Obtenido de Universidad de Guayaquil.
- STANDARD METHODS, 22 TH EDITION. (Agosto de 2012). Tablas actualizadas de métodos aprobados. En *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (pág. 724). American Public Health Association. Obtenido de <https://www.standardmethods.org/>
- TULAS. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria. En TULAS, *Texto Unificado de Legislación Secundaria* (pág. 14). Quito: Lexis.
- Volker, T., & Velasco, A. (2012). *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*. México: Talleres gráficos Jimenez Editores e Impresiones.

Anexos

Anexo A Árbol de problemas



**Anexo B Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado
Estación 1 (Complejo polideportivo Miraflores) Ramal B del Estero Salado**

	INFORME DE ENSAYOS No. 52472-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil , Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015
 Tipo de Industria

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	12/10/15 09:58 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción:	12/10/15 13:17
Punto e Identificación de la Muestra:	Estación 1
Norma Técnica de muestreo:	PG/GQM/09-Agua
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador:	CG - MV
Tipo de Muestreo:	Simple
Coordenadas Geográficas:	17M0620005 - 9761033

GRUPO QUIMICO MARCOS Cía. Ltda
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
 MC2201-08

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendidos Totales (3)	4	1	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	14/10/15 SV
METALES:					
Arsenio (3)	< 0,0031	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Cadmio (3)	< 0,0004	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Mercurio (3)	0,00155	0,0004 5	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Plomo (3)	0,0049	0,0009	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	32	7	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-17	12/10/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	75	9	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-16	12/10/15 AL
Fenoles (3)	< 0,023	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-20	15/10/15 KV
Hidrocarburos Totales de Petroleo (3)	< 0,04	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-07	13/10/15 SV

9

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08 Pág. 1 de 2

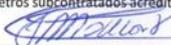
Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

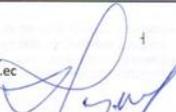
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 09:58 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17
Punto e Identificación de la Muestra: Estación 1
Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: CG - MV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0620005 - 9761033

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
DATOS DE MUESTREO:					
Sólidos Disueltos Totales, in situ	370	23,31	mg/l	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,50	0,83	-	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
2: Parámetros subcontratados no acreditados
3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 2 de 2

Anexo C Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado

Estación 2 (Avenida Miraflores) Ramal B del Estero Salado

	INFORME DE ENSAYOS No. 52473-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015
 Tipo de Industria

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 10:27 Guayaquil - Ramal Estero Salado
 Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17
 Punto e Identificación de la Muestra: Estación 2
 Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua
 Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
 Muestreador: CG - MV
 Tipo de Muestreo: Simple
 Coordenadas Geográficas: 17M0620202 - 9760932

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda.
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
 MC2201-08

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendidos Totales (3)	11	1	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	14/10/15 SV
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,0031	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Cadmio (3)	< 0,0004	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Mercurio (3)	0,00262	0,0007 5	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Plomo (3)	0,0036	0,0007	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	32	7	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-17	12/10/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	48	6	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-16	12/10/15 AL
Fenoles (3)	< 0,023	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-20	15/10/15 KV
Hidrocarburos Totales de Petroleo (3)	< 0,04	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-07	13/10/15 SV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	32	7	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-17	12/10/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	48	6	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-16	12/10/15 AL
Fenoles (3)	< 0,023	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-20	15/10/15 KV
Hidrocarburos Totales de Petroleo (3)	< 0,04	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-07	13/10/15 SV

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08
Pág. 1 de 2

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 10:27 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17
Punto e Identificación de la Muestra: Estación 2
Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: CG - MV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0620202 - 9760932

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
DATOS DE MUESTREO:					
Sólidos Disueltos Totales, in situ	567	35,72	mg/l	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,70	0,85	-	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 2 de 2

Anexo D Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado

Estación 3 (Av. Dr. Ignacio Cuesta Garcés) Ramal B del Estero Salado

	INFORME DE ENSAYOS No. 52474-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera
 Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	12/10/15 10:52 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción:	12/10/15 13:17
Punto e Identificación de la Muestra:	Estación 3
Norma Técnica de muestreo:	PG/GQM/09-Agua
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador:	CG - MV
Tipo de Muestreo:	Simple
Coordenadas Geográficas:	17M0620393 - 9760837

GRUPO QUIMICO MARCOS, Cia. Ltda
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
 MC2201-08

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendedos Totales (3)	9	1	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	14/10/15 SV
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,0031	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Cadmio (3)	< 0,0004	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Mercurio (3)	0,00096	0,00028	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Plomo (3)	0,0037	0,0007	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	33	7	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-17	12/10/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	72	9	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-16	12/10/15 AL
Fenoles (3)	< 0,023	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-20	15/10/15 KV
Hidrocarburos Totales de Petroleo (3)	< 0,04	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-07	13/10/15 SV

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08 Pág. 1 de 2

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

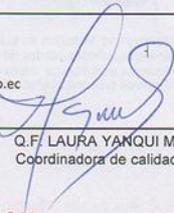
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 10:52 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17
Punto e Identificación de la Muestra: Estación 3
Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: CG - MV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0620393 - 9760837

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
DATOS DE MUESTREO:					
Sólidos Disueltos Totales, in situ	800	50,40	mg/l	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,63	0,84	-	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Limite Detectable	L.M.P.	Limite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados, cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 2 de 2

Anexo E Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado

Estación 4 (Centro Comercial Albán Borja) Ramal B del Estero Salado

	INFORME DE ENSAYOS No. 52475-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera
 Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	12/10/15 11:12 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción:	12/10/15 13:17
Punto e Identificación de la Muestra:	Estación 4
Norma Técnica de muestreo:	PG/GQM/09-Agua
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador:	CG - MV
Tipo de Muestreo:	Simple
Coordenadas Geográficas:	17M0620489 - 9760463

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia Ltda.
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
 MC2201-08

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendedos Totales (3)	12	2	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	14/10/15 SV
Solidos Disueltos Totales	1154	168,48	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	12/10/15 AL
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,0031	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Cadmio (3)	0,0015	0,0003	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Mercurio (3)	0,00204	0,0005 9	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Plomo (3)	0,0060	0,0011	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	54	12	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-17	12/10/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	57	7	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-16	12/10/15 AL
Fenoles (3)	0,025	0,006	mg/l	PEE-GQM-FQ-20	15/10/15 KV
Hidrocarburos Totales de Petroleo (3)	< 0,04	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-07	13/10/15 SV

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08 Pág. 1 de 2

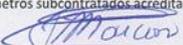
Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 11:12 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17
Punto e Identificación de la Muestra: Estación 4
Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: CG - MV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0620489 - 9760463

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
DATOS DE MUESTREO:					
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,63	0,84	-	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 2 de 2

Anexo F Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado

Estación 5 (Avenida Las Monjas) Ramal B del Estero Salado

	INFORME DE ENSAYOS No. 52476-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Víctor Rivera Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015
 Tipo de Industria

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 11:52 Guayaquil - Ramal Estero Salado Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17 Punto e Identificación de la Muestra: Estación 5 Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA Muestreador: CG - MV Tipo de Muestreo: Simple Coordenadas Geográficas: 17M0620906 - 9759863	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS MC2201-08
---	--

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendedos Totales	38	5	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	14/10/15 SV
Solidos Disueltos Totales	4505	657,73	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	12/10/15 AL

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,0031	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Cadmio (3)	< 0,0004	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Mercurio (3)	< 0,00002	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Plomo (3)	0,0174	0,0031	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (3)	17	4	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-17	12/10/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	25	4,25	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-04	12/10/15 AL
Fenoles (3)	< 0,023	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-20	15/10/15 KV
Hidrocarburos Totales de Petróleo (3)	< 0,04	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-07	13/10/15 SV



----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08
Pág. 1 de 2

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

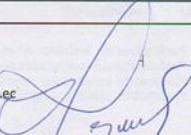
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 11:52 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17
Punto e Identificación de la Muestra: Estación 5
Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador: CG - MV
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0620906 - 9759863

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
DATOS DE MUESTREO:					
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,35	0,81	-	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados, cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 2 de 2

Anexo G Informe de ensayo de las muestras de agua natural del Estero Salado

Estación 6 (Puente Zic - Zac) Ramal B del Estero Salado

	INFORME DE ENSAYOS No. 52477-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015
 Tipo de Industria

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 12:21 Guayaquil - Ramal Estero Salado Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17 Punto e Identificación de la Muestra: Estación 6 Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA Muestreador: CG - MV Tipo de Muestreo: Simple Coordenadas Geográficas: 17M0621950 - 9759224	GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS MC2201-08
---	--

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Solidos Suspendedos Totales	72	9	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	14/10/15 SV
Solidos Disueltos Totales	12060	1760,76	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	12/10/15 AL

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	0,0090	0,0020	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Cadmio (3)	0,0013	0,0003	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Mercurio (3)	< 0,00002	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT
Plomo	0,0382	0,0069	mg/l	PEE-GQM-FQ-33	13/10/15 AUT

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (3)	14	3	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-17	12/10/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	21	3,57	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-04	12/10/15 AL
Fenoles (3)	< 0,023	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-20	15/10/15 KV
Hidrocarburos Totales de Petroleo (3)	< 0,04	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-07	13/10/15 SV

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08
Pág. 1 de 2

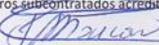
Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

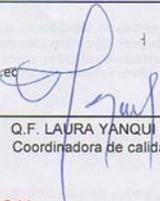
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 12:21 Guayaquil - Ramal Estero Salado
 Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:17
 Punto e Identificación de la Muestra: Estación 6
 Norma Técnica de muestreo: PG/GQM/09-Agua
 Matriz de la muestra: AGUA NATURAL ESTERO
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
 Muestreador: CG - MV
 Tipo de Muestreo: Simple
 Coordenadas Geográficas: 17M0621950 - 9759224

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
DATOS DE MUESTREO:					
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,32	0,81	-	PEE-GQM-FQ-41	12/10/15 MV

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Limite Detectable	L.M.P.	Limite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


 Q. F. FERNANDO MARCOS V.
 Director Técnico


 Q.F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 2 de 2

**Anexo H Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado
Estación 1 (Complejo polideportivo Miraflores) Ramal B del Estero Salado**

	INFORME DE ENSAYOS No. 52466-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera
 Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	12/10/15 09:45 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción:	12/10/15 13:14
Punto e Identificación de la Muestra:	Estación 1.
Norma Técnica de muestreo:	PG-GQM-15. Suelo
Matriz de la muestra:	SEDIMENTO ESTERO
Muestreado por:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador:	CG-MV
Tipo de Muestreo:	Simple
Coordenadas Geográficas:	17M0619986-9761018

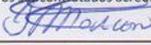
GRUPO QUIMICO MARCOS C. Ltda
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
 MC2201-08

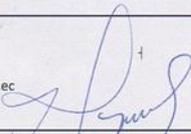
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,6	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Cadmio (1)	2,9421	---	mg/Kg	3120 B	16/10/15 AUT
Mercurio (3)	0,4	0,1	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Plomo	15,9	5,2	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Hidrocarburos Totales de Petroleo	973	48,65	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-56	14/10/15 SV

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
 Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08
Pág. 1 de 1

Anexo I Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado

Estación 2 (Avenida Miraflores) Ramal B del Estero Salado

	INFORME DE ENSAYOS No. 52467-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera
 Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	12/10/15 10:19 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción:	12/10/15 13:15
Punto e Identificación de la Muestra:	Estación 2.
Norma Técnica de muestreo:	PG-GQM-15. Suelo
Matriz de la muestra:	SEDIMENTO ESTERO
Muestreado por:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador:	CG-MV
Tipo de Muestreo:	Simple
Coordenadas Geográficas:	17M0620181-9760952

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
 MC2201-08

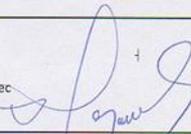
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,6	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Cadmio (1)	3,4073	---	mg/Kg	3120 B	16/10/15 AUT
Mercurio (3)	0,3	0,1	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Plomo	25,2	8,3	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Hidrocarburos Totales de Petroleo	896	44,80	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-56	14/10/15 SV

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


Q. F. FERNANDO MARCOS V.
 Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
 www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08
Pág. 1 de 1

Anexo J Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado

Estación 3 (Av. Dr. Ignacio Cuesta Garcés) Ramal B del Estero Salado

	INFORME DE ENSAYOS No. 52468-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015
 Tipo de Industria

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 10:40 Guayaquil - Ramal Estero Salado
 Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:14
 Punto e Identificación de la Muestra: Estación 3.
 Norma Técnica de muestreo: PG-GQM-15. Suelo
 Matriz de la muestra: SEDIMENTO ESTERO
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
 Muestreador: CG-MV
 Tipo de Muestreo: Simple
 Coordenadas Geográficas: 17M0620333-9760678

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
 MC2201-08

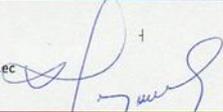
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,6	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Cadmio (1)	3,5151	---	mg/Kg	3120 B	16/10/15 AUT
Mercurio (3)	0,3	0,1	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Plomo	51,7	17,1	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Hidrocarburos Totales de Petroleo	917	45,85	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-56	14/10/15 SV

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


 Q. F. FERNANDO MARCOS V.
 Director Técnico


 Q. F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08
Pág. 1 de 1

**Anexo K Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado
Estación 4 (Centro Comercial Albán Borja) Ramal B del Estero Salado**

	INFORME DE ENSAYOS No. 52469-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VÍCTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Tel. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015
 Tipo de Industria

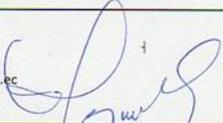
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 11:04 Guayaquil - Ramal Estero Salado Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:15 Punto e Identificación de la Muestra: Estación 4. Norma Técnica de muestreo: PG-GQM-15. Suelo Matriz de la muestra: SEDIMENTO ESTERO Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA Muestreador: CG-MV Tipo de Muestreo: Simple Coordenadas Geográficas: 17M0620517-9760598	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS MC2201-08
---	--

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,6	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Cadmio (1)	3,3185	---	mg/Kg	3120 B	16/10/15 AUT
Mercurio (3)	< 0,3	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Plomo	37,5	12,4	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Hidrocarburos Totales de Petroleo	881	44,05	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-56	14/10/15 SV

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

 Q. F. FERNANDO MARCOS V. Director Técnico	 Q.F. LAURA YANQUI M. Coordinadora de calidad
---	--

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08
Pág. 1 de 1

**Anexo L Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado
Estación 5 (Avenida Las Monjas) Ramal B del Estero Salado**

	INFORME DE ENSAYOS No. 52470-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, Té. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera
 Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	12/10/15 11:40 Guayaquil - Ramal Estero Salado
Fecha y Hora de Recepción:	12/10/15 13:14
Punto e Identificación de la Muestra:	Estación 5.
Norma Técnica de muestreo:	PG-GQM-15. Suelo
Matriz de la muestra:	SEDIMENTO ESTERO
Muestreado por:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
Muestreador:	CG-MV
Tipo de Muestreo:	Simple
Coordenadas Geográficas:	17M0620928-9759887

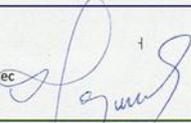
GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
 LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
 MC2201-08

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,6	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Cadmio (1)	1,9796	---	mg/Kg	3120 B	16/10/15 AUT
Mercurio (3)	< 0,3	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Plomo	78,0	25,7	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Hidrocarburos Totales de Petroleo	980	49,00	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-56	15/10/15 SV

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

 Q. F. FERNANDO MARCOS V. Director Técnico	 Q.F. LAURA YANQUI M. Coordinadora de calidad
--	---

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08 Pág. 1 de 1

Anexo M Informe de ensayo de las muestras de sedimento del Estero Salado

Estación 6 (Puente Zic - Zac) Ramal B del Estero Salado

	INFORME DE ENSAYOS No. 52471-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION No. OAE LE 2C 05-001
---	--	---

RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Representante Legal: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Sauces 4 Mz 365 Villa 26
 Guayaquil, TéL. 2623607/0985890503
 Atención: Sr. Victor Rivera
 Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE OCTUBRE DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 12/10/15 12:30 Guayaquil - Ramal Estero Salado
 Fecha y Hora de Recepción: 12/10/15 13:14
 Punto e Identificación de la Muestra: Estación 6.
 Norma Técnica de muestreo: PG-GQM-15. Suelo
 Matriz de la muestra: SEDIMENTO ESTERO
 Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA
 Muestreador: CG-MV
 Tipo de Muestreo: Simple
 Coordenadas Geográficas: 17M0621950-9759224

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
 ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

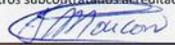
MC2201-08

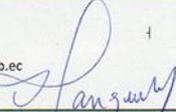
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
METALES:					
Arsenico (3)	< 0,6	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Cadmio (1)	3,3773	---	mg/Kg	3120 B	16/10/15 AUT
Mercurio (3)	< 0,3	---	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT
Plomo	27,6	9,1	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-54	16/10/15 AUT

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS:					
Hidrocarburos Totales de Petroleo	865	43,25	mg/Kg	PEE-GQM-FQ-56	15/10/15 SV

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 2: Parámetros subcontratados no acreditados
 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


 Q. F. FERNANDO MARCOS V.
 Director Técnico


 Q.F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08
Pág. 1 de 1

Anexo N Solicitud de presentación



Universidad de Guayaquil
FACULTAD INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍAS
P.O. Box 09-01-47
Telefax: 2294772 - 2292949 - 2390947

OFICIO # -CMC -III -175-2015

Guayaquil, 30 de Septiembre de 2015

Señores
GRUPO QUIMICO MARCOS
Ciudad

De mis consideraciones:

Cúmpleme informarle que el Ing. Víctor Hugo Rivera Pizarro con cedula # 0924521628, egresado de la III Versión de la Maestría en Gestión Ambiental se encuentra realizando su tesis titulada **"ESTIMAR LA CONTAMINACION EN EL RAMAL B DEL ESTERO SALADO POR LA PRESENCIA DE MATALES PESADOS E HIDROCARBUROS"** requisito previo para la obtención del título de Magister en Gestión Ambiental.

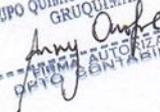
Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,


Ing. Carlos Muñoz, MSc
Director de Maestría en Gestión Ambiental



Elaborado por: David Reyes
Aprobado por: Ing. Carlos Muñoz Cajiao MSc

GRUPO QUIMICO MARCOS C LTDA
GRUQUIMAR

AUTORIZADA
DPTO. AMBIENTALIDAD

Anexo O Factura de costos de los análisis realizados



GRUPO QUÍMICO MARCOS C. LTDA.
GRUQUIMAR
R.U.C. 0991315314001

Vía a Daule - Km. 11 1/2 - Parque Industrial El Sauce s/n
 C.C. Parque California Dos, Bloque D, Local 41,
 Telfs.: 2103390 - 2103392
 Cels.: 0998286653 - 0991724934
 www.grupoquimicomarcos.com
 Guayaquil - Ecuador

FACTURA

001-001-00 0030135

FECHA EMISION	DIA 13	MES 10	AÑO 2015
FECHA VENCIMIENTO	DIA 13	MES 10	AÑO 2015

Autorización SRI No. 1117184562

Señores: RIVERA PIZARRO VICTOR HUGO
 Dirección: Sauces 4 Mz. 385 Villa 28
 O/T: _____ Contrato No.: _____ C.I./R.U.C.: 0924521628001
 Forma de Pago: 0 días Crédito

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	V. TOTAL
	Servicio de Análisis de los Parámetros Solicitados Ordenes: 52486,52487,52488,52489,52470,52471,52472,52473,52474,52475,52476, 52477.		
6	Arsenico	18,00	108,00
6	Cadmio	18,00	108,00
6	Mercurio	18,00	108,00
6	Plomo	18,00	108,00
6	Hydrocarburos Totales de Petroleo	35,00	210,00
6	Arsenico	15,00	90,00
6	Cadmio	15,00	90,00
6	Mercurio	15,00	90,00
6	Demanda Bioquímica de Oxigeno	30,00	180,00
6	Demanda Química de Oxigeno	30,00	180,00
6	Fenoles	25,00	150,00
6	Hydrocarburos Totales de Petroleo	30,00	180,00
6	Solidos Suspendidos Totales	15,00	90,00
6	Plomo	15,00	90,00
3	Solidos Disueltos Totales, in situ	15,00	45,00
6	Potencial de Hidrogeno, in situ	5,00	30,00
3	Solidos Disueltos Totales	15,00	45,00
1	Muestreo	50,00	50,00

Favor cancelar con cheque cruzado a la orden de Grupo Químico Marcos C. Ltda.

Son: (UN MIL TRESCIENTOS TREINTA Y CUATRO DOLARES 14/100)
 GRUPO QUÍMICO MARCOS C. LTDA.
 GRUQUIMAR

dólares.

SUB TOTAL 12%	\$ 1 952,00
SUBTOTAL 0%	0,00
DESCUENTO	\$ 760,80
SUB TOTAL	\$ 1 191,20
IVA 12%	\$ 142,94
VALOR TOTAL	\$ 1 334,14

PAGARE: Debo y pagaré incondicionalmente y sin protesto a Grupo Químico Marcos C. Ltda. el total de este documento más los impuestos e intereses de ley, me someto a los juicios en el lugar y fecha en que se me convenga.

Recibi Conforme

Según la LORTI y el Art. 89 de su reglamento el comprobante de retención deberá estar listo en 5 días hábiles posteriores a la fecha de recepción de la factura (independiente de que el pago se encuentre listo o no). GQM agradece la confirmación para el retiro oportuno de las mismas a nuestros números telefónicos o a la dirección de correo creditosycombranzas@grupoquimicomarcos.com

ORIGINAL: ADQUIRIENTE - COPIA AMARILLA: EMISOR - COPIA CELESTE: SRI - SIN DERECHO A CREDITO TRIBUTARIO